

**ИНТЕНСИВНАЯ ПОДГОТОВКА
ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**



БИОЛОГИЯ

РЕПЕТИТОР

**ИНТЕНСИВНАЯ ПОДГОТОВКА
ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**



БИОЛОГИЯ

РЕПЕТИТОР

Автор

Г. И. Лернер — кандидат педагогических наук,
зав. кафедрой методики преподавания биологии МИОО

Е 28 **ЕГЭ 2009. Биология. Репетитор / Г. И. Лернер.** — М. : Эксмо, 2009. — 320 с. — (ЕГЭ. Репетитор).

ISBN 978-5-699-30453-0

Учебное пособие адресовано *выпускникам* средней школы и *абитуриентам* для подготовки к Единому государственному экзамену (ЕГЭ) по биологии.

Учебное пособие включает:

- полную информацию о структуре и содержании ЕГЭ по биологии;
- краткий теоретический материал по всем темам ЕГЭ;
- сведения о типах заданий разного уровня с подробными комментариями;
- ответы и решения.

Издание окажет помощь *учителям, репетиторам и родителям* при подготовке учащихся к ЕГЭ по биологии.

УДК 373.167.1:57
ББК 28.0я721

ISBN 978-5-699-30453-0

© Лернер Г. И., 2008
© ООО «Издательство «Эксмо», 2009

Содержание

Введение	6
I ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ	
1.1. Основные свойства и уровни организации живой природы	9
1.2. Химический состав клетки. Неорганические вещества клетки	10
1.3. Органические вещества клетки. Углеводы, липиды. . . .	14
1.4. Белки, их строение и функции	16
1.5. Нуклеиновые кислоты. Реакции матричного синтеза . .	20
1.6. Клеточная теория. Особенности строения прокариотических и эукариотических клеток	24
1.7. Фотосинтез и хемосинтез	30
1.8. Биосинтез белка	34
1.9. Энергетический обмен в клетке	37
1.10. Взаимосвязь энергетического и пластического обмена в клетках животных и растений	40
1.11. Жизненный цикл клетки. Митоз	41
1.12. Мейоз.	44
1.13. Строение и функции хромосом	46
1.14. Размножение в органическом мире.	47
1.15. Оптогенез	51
1.16. Законы Г. Менделя и их цитологические основы	55
1.17. Хромосомная теория наследственности	61
1.18. Генотип как целостная, исторически сложившаяся система	66
1.19. Изменчивость, ее виды и биологическое значение . . .	68
1.20. Основные методы генетики. Ее значение для медицины и сельского хозяйства.	71
1.21. Клеточная и генная инженерия. Биотехнология	77
1.22. Ч. Дарвин о причинах эволюции. Доказательства эволюции	79
1.23. Вид, его критерии и структура. Популяция	83
1.24. Основные направления эволюционного процесса	86
1.25. Синтетическая теория эволюции	88
1.26. Генетика и теория эволюции.	92
1.27. Основные этапы эволюции растительного и животного мира	94
1.28. Антропогенез. Движущие силы. Роль законов общественной жизни в социальном поведении человека . .	98
1.29. Человеческие расы, единство их происхождения	101
1.30. Экологические факторы, их влияние на организмы . . .	102

1.31. Биогеоценоз	106
1.32. Биосфера	108

II ПРОТИСТЫ. ГРИБЫ. РАСТЕНИЯ

2.1. Вирусы, бактерии, цианобактерии	113
2.2. Грибы. Общая характеристика	115
2.3. Растения. Особенности растительного организма	117
2.4. Водоросли	119
2.5. Высшие споровые растения. Сравнительная характеристика	123
2.6. Семенные растения. Сравнительная характеристика особенностей размножения	127
2.7. Цветок и его функции. Соцветия и их биологическое значение	132
2.8. Ткани высших растений	135
2.9. Вегетативные органы цветковых растений. Корень . .	136
2.10. Побег — стебель, лист	138
2.11. Однодольные и двудольные растения	141

III ЖИВОТНЫЕ

3.1. Общая характеристика царства животных	145
3.2. Общая характеристика простейших, их многообразие и значение в жизни человека	146
3.3. Тип Кишечнополостные. Общая характеристика, многообразие видов	153
3.4. Сравнительная характеристика представителей типа Плоские черви	157
3.5. Тип Первичнополостные, или Круглые черви	160
3.6. Тип Кольчатые черви. Общая характеристика	163
3.7. Тип Членистоногие. Общая характеристика	166
3.8. Сравнительная характеристика типов Кольчатые черви и Членистоногие	174
3.9. Основные отряды насекомых	178
3.10. Тип Моллюски	180
3.11. Тип Хордовые. Общая характеристика	186
3.12. Надклассы Весчелюстные и Рыбы (Челюстноротые). Общая характеристика	191
3.13. Класс Земноводные. Общая характеристика	194
3.14. Класс Пресмыкающиеся. Общая характеристика . . .	199
3.15. Класс Птицы	204
3.16. Класс Млекопитающие. Общая характеристика	209

IV АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

4.1. Предмет анатомии и физиологии человека	218
4.2. Ткани	218
4.3. Строение и функции опорно-двигательной системы	221
4.4. Внутренняя среда организма. Состав и функции крови.	226
4.5. Строение и функции системы органов кровообращения	231
4.6. Строение и функции дыхательной системы.	237
4.7. Строение и функции пищеварительной системы	242
4.8. Обмен веществ в организме	248
4.9. Строение и функции выделительной системы	252
4.10. Нервная система. Общий план строения и функции	255
4.11. Строение и функции спинного мозга	259
4.12. Строение и функции головного мозга.	260
4.13. Строение и функции вегетативной нервной системы	264
4.14. Высшая нервная деятельность	267
4.15. Органы чувств (анализаторы). Строение и функции органа зрения.	272
4.16. Орган слуха и равновесия	274
4.17. Обонятельный и вкусовой анализаторы	276
4.18. Кожа: ее строение и функции	278
4.19. Эндокринная система. Железы внутренней секреции.	280
4.20. Строение и функции половой системы	283
Ответы на вопросы и задания	287
Тренировочный вариант ЕГЭ.	295

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие состоит из четырех частей, включающих общую биологию с основами экологии, ботанику, зоологию, анатомию и физиологию человека. Пособие написано для того, чтобы помочь школьникам, выбравшим биологию для сдачи выпускного экзамена, а также будущим абитуриентам быстро повторить школьный курс биологии и дать необходимый дополнительный материал, знание которого важно на вступительных экзаменах по биологии.

Это пособие ни в коей мере не заменяет школьные учебники и объемные пособия для поступающих в вузы. Понятно, что при ограниченном пространстве книги невозможно детально рассмотреть весь курс биологии. Поэтому его содержание предельно сконцентрировано. Тем не менее прочное усвоение этого материала вполне обеспечит успешную сдачу экзамена как за среднюю школу, так и в любой вуз.

Пособие будет полезно тем абитуриентам, которым нужно повторить курс биологии в условиях недостатка времени для тщательной подготовки, при отсутствии репетиторов и возможности посещать курсы для абитуриентов.

Заголовки отдельных тем сформулированы так, как они чаще всего сформулированы в экзаменационных билетах. Это избавит абитуриента от психологического дискомфорта, обычно испытываемого при знакомстве с билетами, в которых требуется синтезировать знания по разным разделам курса, например, дать сравнительную характеристику двух классов животных, обобщить законы генетики, сравнить механизмы биосинтеза и энергетического обмена и т.д.

Первая часть каждой темы представляет конспективное изложение основного материала в соответствии с экзаменационными требованиями. Курсивом выделены термины и понятия, на которые необходимо обращать внимание при изучении всего курса биологии. Для ускорения работы очень важно уметь пользоваться справочниками и словарями.

Вторая часть раздела состоит из вопросов и заданий для повторения. Отвечая на них, вы сможете не только проверить свои знания, но и выяснить содержание того материала, который вам требуется повторить. Старайтесь выучить наизусть все термины и их определения. С определения термина или понятия надо начинать ответ на любой вопрос билета. После этого раскрывайте суть понятия: структуру, характер взаимодействия между отдельными элементами данной структуры, особенности ее взаимодействия с другими системами. Например, отвечая на вопрос о строении клетки, надо после формулировки понятия «клетка» рассказать о ее структуре, функциях каждого органи-

да, взаимосвязи органоидов между собой, типах клеток, взаимосвязи клеток друг с другом.

Научитесь применять знания, приобретенные при изучении одного раздела, в освещении других разделов. Например, уметь применять эволюционные понятия нужно при ответе на практически любой вопрос курса ботаники или зоологии. Там, где это необходимо, иллюстрируйте свой ответ. Рисунки есть в учебниках и других изданиях. При подготовке к ответу напишите его полностью. Часто это избавляет абитуриента от необходимости рассказывать материал билета и отвечать на дополнительные вопросы экзаменатора. Получив билет, подумайте некоторое время над тем, как построить свой ответ, какую информацию можно привести для того, чтобы ответ получился наиболее точным и вместе с тем обобщенным, показывающим свободное владение материалом. Не вдавайтесь в те детали, в знании которых вы не уверены. Старайтесь (незаметно) их обойти. Нестрашно, если вы не помните названия хвостатой личинки печеночного сосальщика или представителя круглых червей — ришту. Компенсируйте эти недостатки грамотным общим ответом.

Рекомендации для школьников, собирающихся сдавать Единый государственный экзамен

ЕГЭ неизбежно вошло в жизнь выпускников общеобразовательной школы. Экзамен по биологии требует от школьников обобщенного знания практически всей школьной биологии, может быть, за исключением таких тем, как «Происхождение и развитие жизни на Земле», и некоторых частных вопросов.

ЕГЭ призван не только выявить базовый уровень знаний выпускников, но и обеспечить их подготовку к вступительным экзаменам в высшие учебные заведения. В этом и состоит основное предназначение этой формы испытаний. Именно поэтому в экзаменационную работу включают вопросы и задания повышенного уровня. Особенное внимание следует обратить на знание таких процессов, как фотосинтез, обмен веществ, реакции матричного синтеза. Много вопросов связано с экологией и эволюцией. В курсах ботаники и зоологии проверяют знания жизненных циклов растений и животных. Повторяя курс анатомии и физиологии человека, особенное внимание надо обращать на механизмы нервной и гуморальной регуляции, физиологию систем органов, размножение и развитие человека, его адаптивные возможности.

Многих учащихся помимо собственно содержания экзаменационной работы интересуют некоторые процедурные вопросы. Например, как повлияют результаты ЕГЭ на отметки в аттестате?

Выпускникам, сдавшим ЕГЭ, в аттестат выставляются следующие итоговые отметки: более высокая при разнице годовой отметки и отметки по ЕГЭ в 1 балл; отметка, полученная как среднее арифметическое годовой отметки и отметки по ЕГЭ, если разница между ними составляет более чем 1 балл. При этом округление производится в сторону более высокого балла.

Не менее важны и вопросы, связанные с апелляцией. Проблема апелляции по результатам сдачи ЕГЭ решается достаточно сложно. По существующим правилам, экзаменуемый может предъявить претензии к процедуре проведения экзамена в случае нарушения целостности пакета с экзаменационными материалами, дискомфортной обстановкой в аудитории (шум, посторонние вмешательства и т.д.). В случае несогласия с результатами проверки выпускник в трехдневный срок может подать апелляцию на имя председателя предметной комиссии. Апелляция подается в письменном виде руководителю того учреждения, в котором выпускнику были объявлены результаты экзамена. Претензии по содержанию контрольных измерительных материалов вносятся в протокол проведения ЕГЭ с указанием номера варианта, задания и содержания замечания. Сами замечания организаторами не рассматриваются. Если они в дальнейшем будут признаны справедливыми, то данное задание будет изъято из банка данных и не войдет в следующие экзаменационные материалы. Это задание также будет засчитано как верное всем выполнявшим его учащимся. Дело в том, что подавляющее большинство однотипных заданий (части А и В) проверяют с помощью компьютера. Развернутые ответы проверяют независимые эксперты, имеющие четкие критерии проверки заданий. Этим гарантируется объективность контроля.

Пересдавать ЕГЭ нельзя. В случае получения неудовлетворительной оценки в текущем году придется сдавать экзамен снова. Также придется повторять эту процедуру и в том случае, если вы сдали экзамен, но не прошли по конкурсу в выбранный вуз.

Если вы вдруг заболели к моменту назначенной даты экзамена, то ЕГЭ вы сможете сдать во втором потоке — в июле.

Не бойтесь сдачи ЕГЭ! Во многом благодаря ему можно избежать предвзятости некоторых экзаменаторов, траты времени на повторение не включенных в ЕГЭ тем. Кроме того, с полученными результатами ЕГЭ вы можете подавать документы сразу в несколько вузов, что увеличивает шанс стать студентом.

Желаем удачи!

I ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

1.1. Основные свойства и уровни организации живой природы

Природа — это весь существующий материальный мир во всем многообразии его форм. Единство природы проявляется в объективности ее существования, общности элементного состава, подчиненности одним и тем же физическим законам, в системности организации. Различные природные системы, как живые, так и неживые, взаимосвязаны и взаимодействуют между собой. Примером системного взаимодействия является биосфера.

Биология — это комплекс наук, изучающих закономерности развития и жизнедеятельности живых систем, причины их многообразия и приспособленности к окружающей среде, взаимосвязь с другими живыми системами и объектами неживой природы.

Объектом исследования биологии является живая природа.

Предметом исследования биологии являются:

- общие и частные закономерности организации, развития, обмена веществ, передачи наследственной информации;
- разнообразие форм жизни и самих организмов, а также их связи с окружающей средой.

Все многообразие жизни на Земле объясняется эволюционным процессом и действием окружающей среды на организмы.

Сущность жизни определяется М.В. Волькенштейном как существование на Земле «живых тел, представляющих собой открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров — белков и нуклеиновых кислот».

Основные свойства живых систем:

- обмен веществ;
- саморегуляция;
- раздражимость;
- изменчивость;
- наследственность;
- размножение;

- развитие;
- открытость;
- способность к адаптации.

Уровни организации живых систем отражают соподчиненность, иерархичность структурной организации жизни:

- молекулярно-генетический — отдельные биополимеры (ДНК, РНК, белки);
- клеточный — элементарная самовоспроизводящаяся единица жизни (прокариоты, одноклеточные эукариоты), ткани, органы;
- организменный — самостоятельное существование отдельной особи;
- популяционно-видовой — элементарная эволюционирующая единица — популяция;
- биогеоценотический — экосистемы, состоящие из разных популяций и среды их обитания;
- биосферный — все живое население Земли, обеспечивающее круговорот веществ в природе.

Вопросы и задания

1. Что называют уровнем организации жизни?
2. Дайте определения понятиям: «обмен веществ», «развитие», «саморегуляция», «адаптация».
3. Какие из названных уровней организации являются надорганизменными?

1.2. Химический состав клетки. Неорганические вещества клетки

Цитология — наука, изучающая строение и функции клеток. Клетка является элементарной структурной и функциональной единицей живых организмов. Клеткам одноклеточных организмов присущи все свойства и функции живых систем. Клетки многоклеточных организмов дифференцированы по строению и функциям.

Атомный состав: в состав клетки входит около 70 элементов Периодической системы элементов Менделеева, причем 24 из них присутствуют во всех типах клеток.

Макроэлементы — H, O, N, C, микроэлементы — Mg, Na, Ca, Fe, K, P, Cl, S, ультрамикроэлементы — Zn, Cu, I, F, Mn, Co, Si и др.

Молекулярный состав: в состав клетки входят молекулы неорганических и органических соединений.

Неорганические вещества клетки

Вода. Молекула воды имеет нелинейную пространственную структуру и обладает полярностью. Между отдельными молекулами образуются водородные связи, определяющие физические и химические свойства воды.

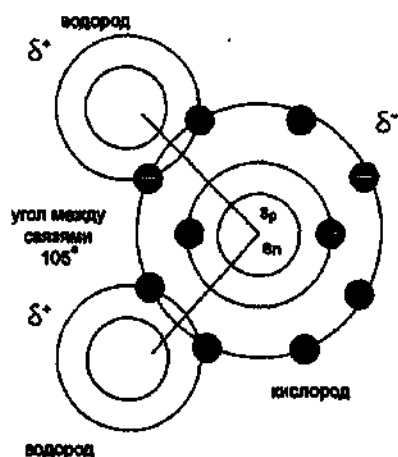


Рис. 1. Молекула воды

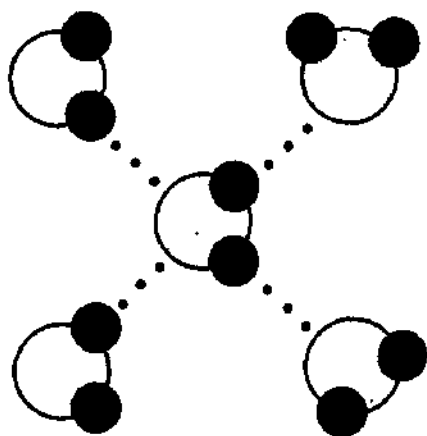


Рис. 2. Водородные связи между молекулами воды

Физические свойства воды:

- вода может находиться в трех состояниях — жидком, твердом и газообразном;
- вода — растворитель. Полярные молекулы воды растворяют полярные молекулы других веществ. Вещества, растворимые в воде, называют гидрофильными. Вещества, не растворимые в воде, — гидрофобными;
- высокая удельная теплоемкость. Для разрыва водородных связей, удерживающих молекулы воды, требуется поглотить большое количество энергии. Это свойство воды обеспечивает поддержание теплового баланса в организме;

• высокая теплота парообразования. Для испарения воды необходима достаточно большая энергия. Температура кипения воды выше, чем у многих других веществ. Это свойство воды предохраняет организм от перегрева;

• молекулы воды находятся в постоянном движении, они сталкиваются друг с другом в жидкой фазе, что немаловажно для процессов обмена веществ;

• сцепление и поверхностное натяжение. Водородные связи обуславливают вязкость воды и сцепление ее молекул с молекулами других веществ (когезия). Благодаря силам сцепления молекул на поверхности воды создается пленка, которую характеризует поверхностное натяжение;

• плотность. При охлаждении движение молекул воды замедляется. Количество водородных связей между молекулами становится максимальным. Наибольшую плотность вода имеет при 4°C. Замерзая, вода расширяется (необходимо место для образования водородных связей), и ее плотность уменьшается, поэтому лед плавает на поверхности воды, что защищает водоем от промерзания;

• способность к образованию коллоидных структур. Молекулы воды образуют вокруг нерастворимых молекул некоторых веществ оболочку, препятствующую образованию крупных частиц. Такое состояние этих молекул называется дисперсным (рассеянным). Мельчайшие частицы веществ, окруженные молекулами воды, образуют коллоидные растворы (цитоплазма, межклеточные жидкости).

Биологические функции воды:

• транспортная — вода обеспечивает передвижение веществ в клетке и организме, поглощение веществ и выведение продуктов метаболизма. В природе вода переносит продукты жизнедеятельности в почвы и к водоемам;

• метаболическая — вода является средой для всех биохимических реакций и донором электронов при фотосинтезе, она необходима для гидролиза макромолекул до их мономеров;

• участвует в образовании:

1) смазывающих жидкостей, которые уменьшают трение (синовиальная — в суставах позвоночных животных, плев-

ральная, в плевральной полости, перикардальная — в околосердечной сумке);

2) слизи, которые облегчают передвижение веществ по кишечнику, создают влажную среду на слизистых оболочках дыхательных путей;

3) секретов (слюна, слезы, желчь, сперма и т.д.) и соков в организме.

Неорганические ионы. Неорганические ионы клетки представлены: катионами K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ и анионами Cl^- , NO_3^- , $H_2PO_4^-$, HCO_3^- , HPO_4^{2-} .

Разность между количеством катионов и анионов на поверхности и внутри клетки обеспечивает возникновение потенциала действия, что лежит в основе нервного и мышечного возбуждения.

Анионы фосфорной кислоты создают фосфатную буферную систему, поддерживающую pH внутриклеточной среды организма на уровне 6—9.

Угольная кислота и ее анионы создают бикарбонатную буферную систему и поддерживают pH внеклеточной среды (плазмы крови) на уровне 4—7.

Соединения азота служат источником минерального питания, синтеза белков, нуклеиновых кислот. Атомы фосфора входят в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов, а также костей позвоночных, хитинового покрова членистоногих. Ионы кальция входят в состав вещества костей, они также необходимы для осуществления мышечного сокращения, свертывания крови.

Вопросы и задания

1. Назовите макро- и микроэлементы клетки.

2. Какие физические свойства воды определяют ее биологическое значение?

3. В чем заключается различие между полярными и неполярными растворителями?

4. Какова роль катионов и анионов солей в организме? Что такое буферная система?

5. Какое свойство воды обусловлено ее полярностью:

а) теплопроводность;

- б) теплоемкость;
- в) способность растворять неполярные соединения;
- г) способность растворять полярные соединения?

6. У детей развивается рахит при недостатке:

- а) марганца и железа;
- б) кальция и фосфора;
- в) меди и цинка;
- г) серы и азота.

7. Передача возбуждения по нерву объясняется:

- а) разностью концентраций ионов натрия и калия внутри и вне клетки;
- б) разрывом водородных связей между молекулами воды;
- в) полярностью воды.
- г) теплопроводностью воды.

1.3. Органические вещества клетки.

Углеводы, липиды

Углеводы. Общая формула: $C_n (H_2O)_n$.

Функции растворимых в воде углеводов: транспортная, защитная, сигнальная, энергетическая.

Моносахариды: глюкоза — основной источник энергии для клеточного дыхания; фруктоза — составная часть нектара цветов и фруктовых соков; рибоза и дезоксирибоза — структурные элементы нуклеотидов, являющихся мономерами РНК и ДНК.

Дисахариды: сахароза (глюкоза + фруктоза) — основной продукт фотосинтеза, транспортируемый в растениях; лактоза (глюкоза + галактоза) — входит в состав молока млекопитающих; мальтоза (глюкоза + глюкоза) — источник энергии в прорастающих семенах.

Полимерные углеводы: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин. Они не растворимы в воде.

Функции полимерных углеводов: структурная, запасаящая, энергетическая, защитная.

Крахмал — смесь двух полимеров α -глюкозы — амилозы и амилопектина. Состоит из разветвленных спирализован-

ных молекул, образующих запасные вещества в тканях растений.

Гликоген — запасное вещество животной клетки, мономером которого является β -глюкоза.

Целлюлоза — полимер, образованный остатками β -глюкозы, состоящими из нескольких прямых параллельных цепей, соединенных водородными связями. Такая структура препятствует проникновению воды и обеспечивает устойчивость целлюлозных оболочек растительных клеток.

Хитин — состоит из аминопроизводных β -глюкозы. Основной структурный элемент покровов членистоногих и клеточных стенок грибов.

Липиды — сложные эфиры жирных кислот и глицерина. Нерастворимы в воде, но растворимы в неполярных растворителях. Присутствуют во всех клетках. Состоят из атомов водорода, кислорода и углерода.

Виды липидов: жиры, воски, фосфолипиды, стеролы (стероиды).

Функции липидов:

- структурная — фосфолипиды входят в состав клеточных мембран;
- запасная — жиры накапливаются в клетках позвоночных животных;
- энергетическая — треть энергии, потребляемой клетками позвоночных животных в состоянии покоя, образуется в результате окисления жиров, которые используются и как источник воды;
- защитная — подкожный жировой слой защищает организм от механических повреждений;
- теплоизоляционная — подкожный жир помогает сохранить тепло;
- электроизоляционная — миелин, выделяемый клетками Шванна, изолирует некоторые нейроны, что во много раз ускоряет передачу нервных импульсов;
- питательная — желчные кислоты и витамин D образуются из стероидов;
- смазывающая — воски покрывают кожу, шерсть, перья животных и предохраняют их от воды; восковым налетом по-

крыты листья многих растений; воск используется пчелами в строительстве сот;

• гормональная — гормон надпочечников — кортизон и половые гормоны имеют липидную природу, их молекулы не содержат жирных кислот.

Вопросы и задания

1. Какое из названных химических соединений **не является** биополимером?

- а) белок;
- б) глюкоза;
- в) дезоксирибонуклеиновая кислота;
- г) целлюлоза.

2. Углеводы при фотосинтезе образуются из:

- а) O_2 и H_2O ;
- б) CO_2 и H_2 ;
- в) CO_2 и H_2O ;
- г) CO_2 и H_2CO_3 .

3. В клетках животных запасным углеводом является:

- а) целлюлоза;
- б) крахмал;
- в) муреин;
- г) гликоген.

4. Какое из указанных соединений имеет липидную природу?

- а) гемоглобин;
- б) инсулин;
- в) тестостерон;
- г) пенициллин.

5. Перечислите функции липидов в организме.

6. В каких органах растений и животных сосредоточены жиры?

1.4. Белки, их строение и функции

Белки — это биологические гетерополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. Полимеры, состоящие из аминокислот, называют полипептидами. Белки синтези-

руются в живых организмах и выполняют в них определенные функции.

Белки — это активные полипептиды. В состав белков может входить 20 различных аминокислот. Чередование разных аминокислот в полипептидной цепи позволяет получать огромное количество разных белков.

Белки отличаются друг от друга последовательностью аминокислот, которая образует его первичную структуру. Она, в свою очередь, зависит от последовательности нуклеотидов в участке молекулы ДНК (гене), кодирующем данный белок.

Лиз—глю—тре—ала—ала—ала—лиз—фен—глю—арг—гли—гис—мет—
—асп—сер—сер—тре—сер—ала—ала—сер—сер—сер—асн—тир—цис—асн—
—глю—ме—мет—лиз—сер—арг—асн—лей—тре—лиз—асп—арг—цис—лиз—
—про—вал—асн—тре—фен—вал—гис—глю—сер—лей—ала—асп—вал—гли—
—ала—вал—цис—сер—гли—лиз—асн—вал—ала—цис—лиз—асн—гли—гли—
—тре—асн—цис—три—гли—сер—три—сер—тре—мет—сер—иле—тре—асп—
—цис—арг—глю—тре—гли—сер—сер—лиз—тир—про—асн—цис—ала—тир—
—лиз—тре—тре—гли—ала—асн—лиз—гис—иле—иле—вал—ала—цис—глю—
—гли—асн—про—тир—вал—про—вал—гис—фен—асп—ала—сер—вал.

Рис. 3. Фрагмент первичной структуры молекулы белка

Во вторичной структуре молекула белка имеет вид спирали. Между CO и NH — группами аминокислотных остатков соседних витков спирали возникают водородные связи, удерживающие цепь.

Молекула белка, имеющая сложную конфигурацию в виде глобулы, приобретает третичную структуру. Прочность этой структуры обеспечивается гидрофобными, водородными, ионными и дисульфидными связями.

Некоторые белки имеют четвертичную структуру, образованную несколькими полипептидными цепями (третичными структурами). Четвертичная структура также удерживается слабыми нековалентными связями — ионными, водородными, гидрофобными. Однако прочность этих связей невелика и структура может быть легко нарушена.

Нарушение (денатурация) четвертичной, третичной и вторичной структур обратимо. Разрушение первичной структуры необратимо.

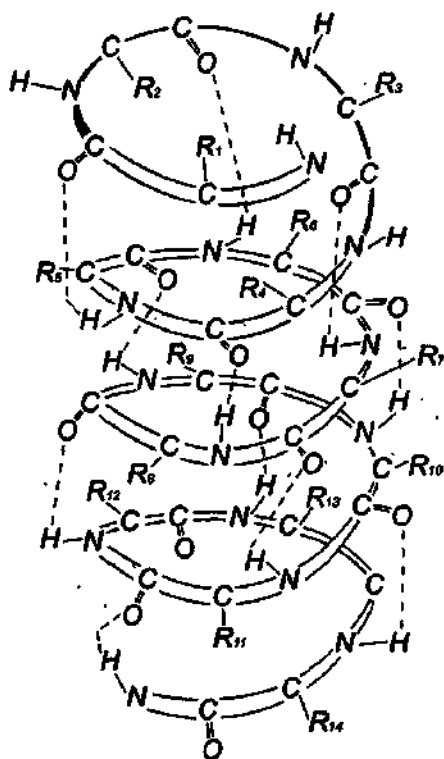


Рис. 4. Вторичная структура молекулы белка

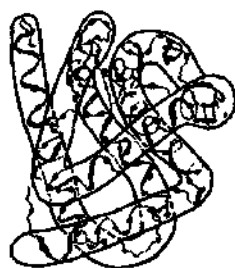


Рис. 5. Третичная структура белковой молекулы

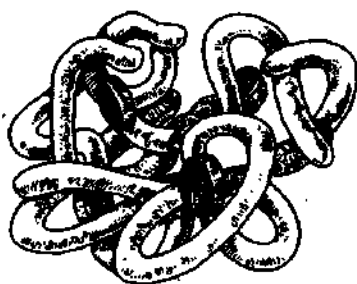


Рис. 6. Четвертичная структура белковой молекулы

Функции белков:

- структурная — белки входят в состав клеточных мембран, белок кератин образует волосы и ногти, белки коллаген и эластин — хрящи и сухожилия;

- каталитическая (ферментативная) — белки ускоряют расщепление питательных веществ в пищеварительном тракте, фиксацию углерода при фотосинтезе, участвуют в реакциях матричного синтеза.

Ферменты — это специфические белки, обладающие активным центром — участком молекулы, соответствующим по геометрической конфигурации молекулам субстрата. Каждый фермент ускоряет одну, и только одну реакцию (как в прямом, так и в обратном направлении). Скорость ферментативных реакций зависит от температуры среды, уровня ее pH, а также концентраций реагирующих веществ и фермента;

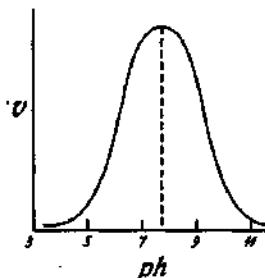
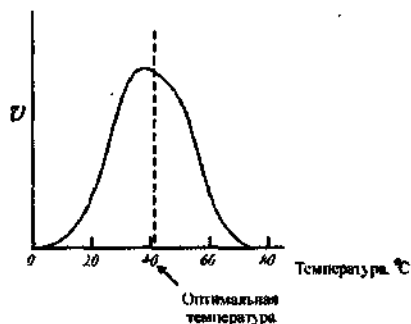
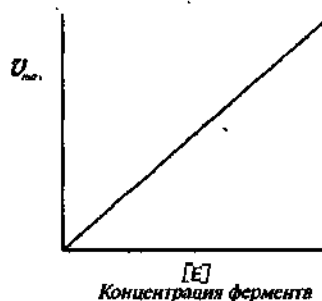


Рис. 7—9. Влияние концентрации фермента, температуры и реакции среды на скорость ферментативной реакции

- **транспортная** — белки обеспечивают активный транспорт ионов через клеточные мембраны, кислорода и углекислого газа (гемоглобин), жирных кислот (сывороточный альбумин);

- **защитная** — антитела обеспечивают иммунную защиту организма, фибриноген и фибрин защищают организм от кровопотерь;

- **сократительная** — обеспечивается сократительными белками — актином и миозином;

- **сигнальная** — белковые молекулы могут принимать сигналы и служить их переносчиками в организме (гормонами).

Следует помнить, что не все гормоны являются белками.

Вопросы и задания

1. Дайте определение понятия «белок».
2. Перечислите основные функции белков и объясните, как строение белка определяет выполнение этих функций.
3. Приведите примеры различных белков.
4. Как образуется пептидная связь?

5. Объясните особенности структурной организации белковой молекулы.

6. Что такое денатурация?

7. Какие типы связей участвуют в структурной организации белковой молекулы?

1.5. Нуклеиновые кислоты.

Реакции матричного синтеза

ДНК — линейный полимер, имеющий вид двойной спирали, образованной парой антипараллельных комплементарных цепей. Мономерами ДНК являются нуклеотиды.

Каждый нуклеотид ДНК состоит из пуринового (А — аденин или Г — гуанин) или пиримидинового (Т — тимин или Ц — цитозин) азотистого основания, пятиуглеродного сахара — дезоксирибозы и фосфатной группы.

Молекула ДНК имеет следующие параметры: ширина спирали около 2 нм, шаг, или полный оборот спирали, — 3,4 нм. В одном шаге содержится 10 комплементарных пар нуклеотидов.

Нуклеотиды в молекуле ДНК обращены друг к другу азотистыми основаниями и объединены парами в соответствии с правилами комплементарности: напротив аденина расположен тимин, напротив гуанина — цитозин. Пара А–Т соединена двумя водородными связями, а пара Г–Ц — тремя.

Остов цепей ДНК образован сахарофосфатными остатками.

Репликация ДНК — это процесс самоудвоения молекулы ДНК, осуществляемый под контролем ферментов.

На каждой из цепей, образовавшихся после разрыва водородных связей, при участии фермента ДНК-полимеразы синтезируется дочерняя цепь ДНК. Материалом для синтеза служат свободные нуклеотиды, имеющиеся в цитоплазме клеток.

Синтез дочерних молекул на соседних цепях идет с разной скоростью. На одной цепи новая молекула собирается непрерывно, на другой — с некоторым отставанием и фрагментарно. После завершения процесса фрагменты новых молекул ДНК сшиваются ферментом ДНК-лигазой. Так, из одной молекулы ДНК возникает две, являющиеся точной копией друг друга и материнской молекулы. Такой способ репликации называют полуконсервативным.

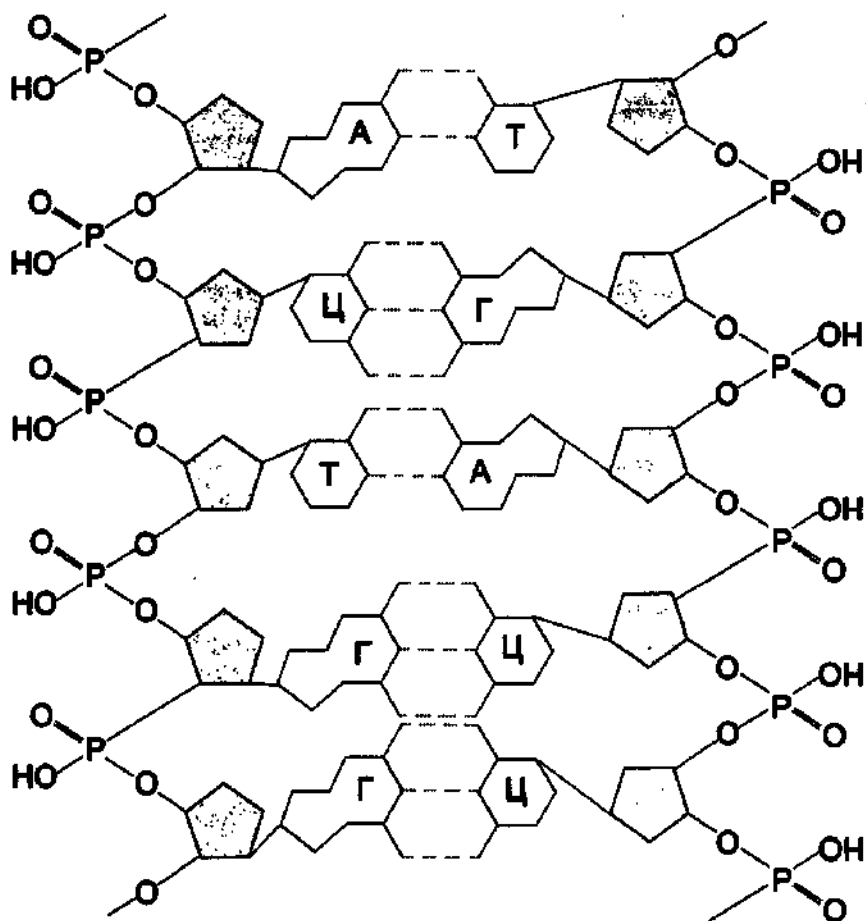


Рис. 10. Участок двойной спирали ДНК

Биологический смысл репликации заключается в точной передаче наследственной информации от материнской молекулы к дочерним, что и происходит при делении соматических клеток.

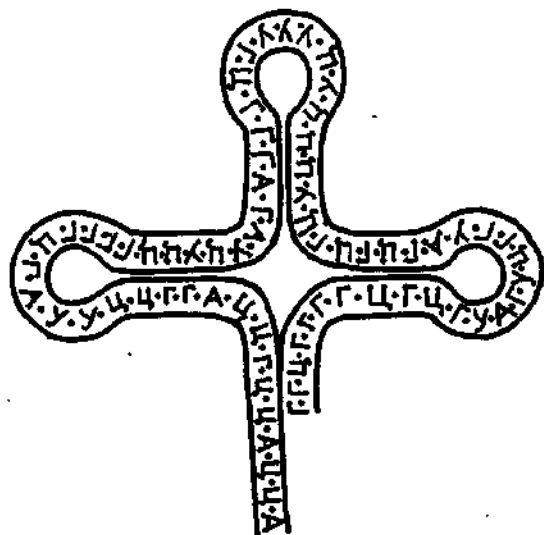
Репарация ДНК — механизм, обеспечивающий способность к исправлению нарушенной последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК.

Если при репликации ДНК последовательность нуклеотидов в ее молекуле нарушается в силу каких-либо причин, то в большинстве случаев эти повреждения устраняются клет-

кой самостоятельно. Изменение обычно происходит в одной из цепей ДНК. Вторая цепь остается неизменной. Поврежденный участок первой цепи может «вырезаться» с помощью ферментов — ДНК репарирующих нуклеаз. Другой фермент — ДНК-полимераза копирует информацию с неповрежденной цепи, вставляя необходимые нуклеотиды в поврежденную цепь. Затем ДНК-лигаза «сшивает» молекулу ДНК, и поврежденная молекула восстанавливается.

РНК — линейный полимер, состоящий, как правило, из одной цепи нуклеотидов. В составе РНК тиминный нуклеотид замещен на урациловый (У). Каждый нуклеотид РНК содержит пятиуглеродный сахар — рибозу, одно из четырех азотистых оснований и остаток фосфорной кислоты.

Матричная, или информационная, РНК синтезируется в ядре при участии фермента РНК-полимеразы, комплементарна участку ДНК, на котором происходит синтез, составляет 5% РНК клетки. Рибосомная РНК синтезируется в ядрышке и входит в состав рибосом, составляет 85% РНК клетки. Транспортная РНК (более 40 видов) переносит аминокислоты к месту синтеза белка, имеет форму клеверного листа и состоит из 70—90 нуклеотидов.



тРНК

Рис. 11. Схема тРНК

К реакциям матричного синтеза относят репликацию ДНК, синтез РНК на ДНК (транскрипцию), синтез белка на мРНК (трансляцию), а также синтез РНК или ДНК на РНК вирусом.

При транскрипции фермент РНК-полимераза присоединяется к группе нуклеотидов ДНК — промотору. Промотор указывает место, с которого должен начаться синтез мРНК. Она строится из свободных нуклеотидов комплементарно молекуле ДНК. Фермент работает до тех пор, пока не встретит еще одну группу нуклеотидов ДНК — стоп-сигнал, возвещающий о конце синтеза мРНК.

Молекула мРНК выходит в цитоплазму на рибосомы, где происходит синтез полипептидных цепей. Процесс перевода информации, содержащейся в последовательности нуклеотидов мРНК, в последовательность аминокислот в полипептиде называется трансляцией.

Определенная аминокислота доставляется к рибосомам определенным видом тРНК.

Вопросы и задания

1. Расскажите о строении нуклеиновых кислот, сравнив их по составу и функциям, выполняемым в организме.
2. Какова последовательность реакций матричного синтеза?
3. Трансляция осуществляется в процессе:
 - а) перевода информации с ДНК на РНК;
 - б) репликации ДНК;
 - в) перевода информации РНК в последовательность аминокислот в белке;
 - г) репарации ДНК.
4. Промотор — это:
 - а) один из активных центров РНК-полимеразы;
 - б) участок ДНК, обозначающий место начала транскрипции;
 - в) участок ДНК, обозначающий конец транскрипции;
 - г) конечный участок полипептидной цепи.
5. В каком случае правильно указан состав нуклеотида ДНК:
 - а) рибоза, остаток фосфорной кислоты, тимин;
 - б) фосфорная кислота, урацил, дезоксирибоза;
 - в) остаток фосфорной кислоты, дезоксирибоза, аденин;
 - г) остаток фосфорной кислоты, рибоза, гуанин.

1.6. Клеточная теория. Особенности строения прокариотических и эукариотических клеток

Основные положения современной клеточной теории:

- все простые и сложные организмы состоят из клеток, способных к обмену с окружающей средой веществами, энергией, биологической информацией;
- клетка — элементарная структурная, функциональная и генетическая единица живого;
- клетка — элементарная единица размножения и развития живого;
- в многоклеточных организмах клетки дифференцированы по строению и функциям. Они объединены в ткани, органы и системы органов;
- клетка представляет собой элементарную, открытую живую систему, способную к саморегуляции, самообновлению и воспроизведению.

В соответствии с особенностями строения ядра и цитоплазмы различают два типа клеток — клетки прокариот и клетки эукариот.

Ниже (таблица 1) приведены сравнительные данные прокариот и эукариот.

Таблица 1

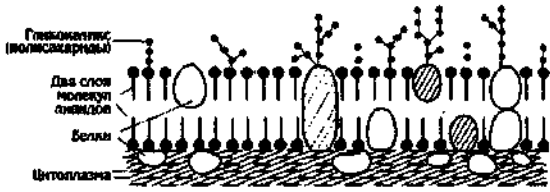
Структура	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Клеточная стенка	Есть у растений, грибов, отсутствует у животных. Состоит из целлюлозы (у растений) или хитина (у грибов)	Есть. Состоит из муреина — смеси углеводных и белковых молекул
Клеточная мембрана	Есть. Органоиды мембранные и немембранные	Есть. Органоиды немембранные
Ядро	Есть. Окружено мембраной	Нуклеарная область, мембраны нет
Хромосомы	Линейные. Содержат белок. Транскрипция происходит в ядре, трансляция — в цитоплазме	Кольцевые. Белка практически не содержат. Транскрипция и трансляция происходят в цитоплазме
Эндоплазматический ретикулум	Есть	Нет

Продолжение таблицы 1

Структура	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Рибосомы	Есть	Есть, но они меньше по размеру
Комплекс Гольджи	Есть	Нет
Лизосомы	Есть	Нет
Митохондрии	Есть	Нет
Вакуоли	Есть у большинства клеток	Нет
Реснички и жгутики	Есть у всех организмов, кроме высших растений. Состоят из белка – тубулина	Есть у некоторых бактерий. Состоят из белка – флагеллина
Хлоропласты	Есть у растительных клеток	Нет. Фотосинтез зеленых и пурпурных протекает в бактериохлорофиллах (пигментах)
Микротрубочки, микрофиламенты	Есть	Нет
Способность к фагоцитозу	Есть	Нет

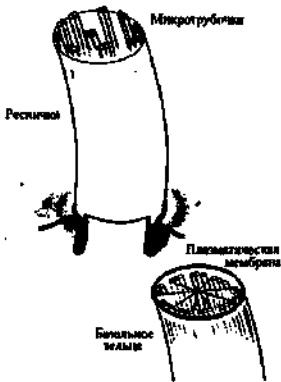
В таблице 2 представлено строение эукариотических клеток.

Таблица 2

Структура	Функция структуры	Строение и состав
Плазматическая мембрана	Избирательно регулирует обмен веществ между клеткой и внешней средой. Обеспечивает контакт с соседними клетками	Двойной слой фосфолипидов с пронизывающими его молекулами белков. На внешней поверхности расположены гликопротеины и гликолипиды. 

Структура	Функция структуры	Строение и состав
Ядро	Регулирует клеточную активность. Содержит ДНК, хранящую информацию о специфической последовательности аминокислот в белке. Мембрана ядра через ЭПС связана с наружной мембраной	Ядерная мембрана, окружающая хромосомы. Хроматин, представляющий собой комплекс из ДНК и белка, карิโอплазма
Хромосомы	Хранение и распределение генетической информации	Две хроматиды, соединенные в области центромеры. Состоят из ДНК и белка
Ядрышко	Сборка рибосомных субъединиц, синтез рРНК	РНК и белки
Митохондрии	Осуществление аэробного дыхания. Ответственны за синтез АТФ в ходе окислительного фосфорилирования. Синтезируют стероидные гормоны	Наружная и складчатая внутренняя плазматические мембраны. В кристах множество ферментов, участвующих в реакциях цикла Кребса
Рибосомы	Сборка белковых молекул	Две субъединицы (большая и малая), состоящие из белка и РНК
Эндоплазматический ретикулум	Транспорт веществ, связь органоидов клетки. На гранулярной ЭПС находятся рибосомы. Гладкая ЭПС содержит ферменты синтеза липидов	Одномембранная система каналов, трубочек, цистерн, полостей

Структура	Функция структуры	Строение и состав
Аппарат Гольджи	Преобразование, накопление, сортировка и упаковка белков и липидов. Образование секреторных пузырьков, транспортирующих продукты внутри клетки. Синтез полисахаридов и формирование первичных лизосом	Образован плоскими цистернами, состоящими из плазматических мембран. От краев цистерн отшнуровываются пузырьки
Лизосомы	Внутриклеточное переваривание макромолекул пищи, инактивация ферментов до выхода их в кислую среду	Одномембранные структуры, внешне напоминающие пузырьки и содержащие концентрированные гидролитические (в водной среде) ферменты. В большом количестве содержатся в лейкоцитах
Клеточная стенка	Опорная и защитная оболочка растительных клеток	Целлюлоза
Пластиды	Фотосинтез, запасание питательных веществ	Мембраны, хлорофилл, ксантофилл, каротиноиды, ДНК
Вакуоли	Запасание жидкости, питательных веществ у растений, пищеварение и выделение у животных	Мембраны, белки, жиры, углеводы, вода, соли

Структура	Функция структуры	Строение и состав
Микро- трубоч- ки и микро- фила- менты	Образование цитоскелета клетки, центриолей, базальных телец, жгутиков, ресничек; обеспечивают внутриклеточное движение, например митохондрий	Белковые субъединицы, образующие длинные тонкие структуры, образующие внутренний скелет клетки, помогающий сохранять ее форму
Рес- нички, жгути- ки	Перемещение клеток, формирование потоков жидкости у поверхности клеток.	
Цито- плазма	Обмен веществ, перемещение клеточных структур, их объединение в систему	Гялоплазма – водный раствор неорганических и органических соединений

Функции эукариотических клеток:

- клетки одноклеточных организмов осуществляют все функции, характерные для живых организмов, — обмен веществ, рост, развитие, размножение; способны к адаптации.
- клетки многоклеточных организмов дифференцированы по строению, в зависимости от выполняемых ими функций; эпителиальные, мышечные, нервные, соединительные ткани формируются из специализированных клеток.

Вопросы и задания

1. Какое из названных свойств принадлежит большинству живых клеток:

- а) способность к образованию гамет;
- б) способность проводить нервный импульс;
- в) способность сокращаться;
- г) способность к обмену веществ.

2. Какое из положений точнее отражает сущность клеточной теории:

- а) все растительные организмы состоят из клеток;
- б) все животные организмы состоят из клеток;
- в) все, как прокариоты, так и эукариоты, состоят из клеток;
- г) клетки всех существующих организмов одинаковы по своему строению.

3. На видовую принадлежность клетки указывает:

- а) наличие ядра и цитоплазмы;
- б) количество хромосом;
- в) количество митохондрий;
- г) наличие хромосом.

4. Основное отличие клеток растений от клеток животных связано:

- а) с присутствием в клетках растений пластид и клеточной стенки;
- б) с присутствием в растительных клетках углеводов;
- в) с принципиально другой формой растительных клеток;
- г) с неспособностью растительных клеток отвечать на раздражение.

5. Роль клеточной теории в науке заключается:

- а) в открытии ядра клетки;
- б) в открытии клетки;
- в) в обобщении знаний о строении организмов;
- г) в открытии механизмов обмена веществ в клетке.

6. Какую из перечисленных функций плазматическая мембрана не выполняет?

- а) транспорт веществ;

- б) защиту клетки;
- в) взаимодействие с другими клетками;
- г) синтез белка.

7. Прохождение через мембрану ионов Na^+ и K^+ происходит путем:

- а) диффузии;
- б) осмоса;
- в) активного переноса;
- г) облегченного транспорта.

8. Какая из названных структур образована микротрубочками?

- а) ложноножка амебы;
- б) ресничка инфузории;
- в) митохондрия;
- г) грани хлоропластов.

9. Основное отличие прокариот от эукариот заключается в том, что прокариоты не имеют:

- а) оформленного ядра;
- б) ДНК;
- в) РНК;
- г) клеточного строения.

1.7. Фотосинтез и хемосинтез

Фотосинтез — процесс образования органических соединений из диоксида углерода (CO_2) и воды с использованием и преобразованием энергии света. Происходит у зеленых растений, цианобактерий и водорослей.

Красный и синий свет улавливается фотосинтезирующим пигментом — хлорофиллом, встроенным во внутреннюю мембрану пластид или в складки цитоплазматической мембраны прокариот. Зеленый свет отражается от листа, поэтому мы видим листья зелеными.

Фотосинтез подразделяется на реакции, вызываемые светом, и реакции, связанные с фиксацией углерода. Их не совсем точно называют световой и темновой фазами.

Световая фаза — это этап, на котором энергия света, поглощенная хлорофиллом, преобразуется в химическую энер-

гию АТФ и НАДФН₂. Осуществляется на свету в мембранах гран при участии белков-переносчиков и АТФ-синтетазы.

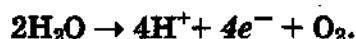
Реакции, вызываемые светом, происходят на фотосинтетических мембранах гран хлоропластов:

- возбуждение электронов хлорофилла квантами света и их переход на более высокий энергетический уровень;

- восстановление акцепторов электронов — НАДФ⁺ до НАДФН₂:



- фотолиз воды, происходящий при участии квантов света:



Процесс происходит внутри тилакоидов гран хлоропластов;

- протоны водорода Н⁺ накапливаются в Н⁺-резервуаре внутри граны. Их накопление на внутренней стороне мембраны приводит к нарастанию разности потенциалов. При этом внутренняя сторона мембраны заряжается положительно, за счет протонов, а наружная — отрицательно, за счет электронов;

- начинает работать протонная помпа, обеспечивающая движение протонов из тилакоидов в строму через канал АТФ-синтетазы под действием электрического поля. В строме же находится АДФ и остатки фосфорной кислоты, которые используются для синтеза АТФ.

Результатами световых реакций являются: образование кислорода, синтез АТФ, восстановление НАДФН₂.

Темновая фаза — процесс преобразования СО₂ в глюкозу в строме хлоропластов с использованием энергии АТФ и НАДФН₂.

Реакции фиксации углерода — это последовательные преобразования СО₂ в глюкозу:

- сначала происходит фиксация молекул СО₂ 1-5-рибулозодифосфатом, при участии ферментов;

- затем диоксид постепенно восстанавливается до глюкозы при участии АТФ и НАДФН₂ (Цикл Кальвина):



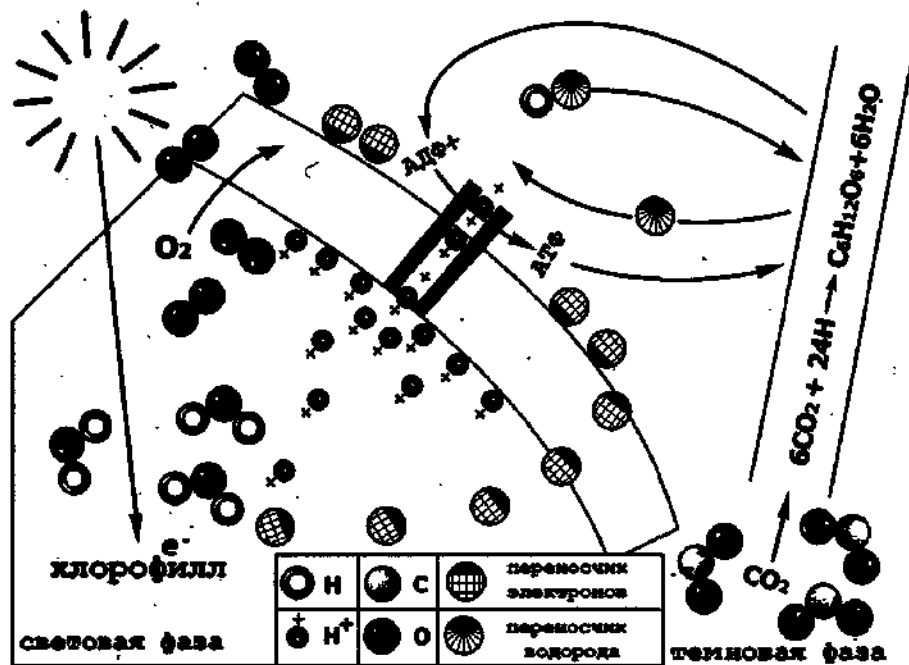
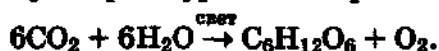


Рис. 12. Схема фотосинтеза

• помимо молекул глюкозы в строме образуются аминокислоты, нуклеотиды, спирты.

Суммарное уравнение фотосинтеза:



Значение фотосинтеза:

• фотосинтез обеспечивает производство исходных органических веществ, а следовательно, пищу для всех живых существ;

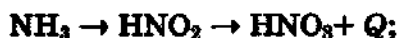
• в процессе фотосинтеза образуется свободный кислород, который необходим для дыхания организмов;

• кислородом образован защитный озоновый экран, предохраняющий организмы от вредного воздействия ультрафиолетового излучения;

• фотосинтез способствует снижению концентрации диоксида углерода в атмосфере.

Хемосинтез — образование органических соединений из неорганических за счет энергии окислительно-восстановительных реакций соединений азота, железа, серы. Существует несколько видов хемосинтетических реакций:

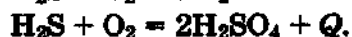
• окисление аммиака до азотистой и азотной кислот нитрифицирующими бактериями:



• превращение двухвалентного железа в трехвалентное железобактериями:



• окисление сероводорода до серы или серной кислоты серобактериями:



Выделяемая энергия используется для синтеза органических веществ.

Роль хемосинтеза: бактерии-хемосинтетики разрушают горные породы, очищают сточные воды, участвуют в образовании полезных ископаемых.

Вопросы и задания

1. Какие из перечисленных организмов способны к фотосинтезу (возможны несколько правильных ответов):

- а) дрожжи и холерный вибрион;
- б) ольха и цианобактерии;
- в) инфузория и белая планария;
- г) эвглена зеленая и вольвокс?

2. Исходными материалами для фотосинтеза служат:

- а) кислород и углекислый газ;
- б) вода и кислород;
- в) углекислый газ и вода;
- г) углеводы.

3. Световая фаза фотосинтеза происходит:

- а) в гранах хлоропластов;
- б) в лейкопластах;

- в) в матриксе;
- г) в митохондриях.

4. Энергия возбужденных электронов в световой стадии используется:

- а) для синтеза АТФ;
- б) для синтеза глюкозы;
- в) для синтеза белков;
- г) для расщепления углеводов.

5. Фотолизом воды называют реакцию:

- а) $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$;
- б) $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{свет}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$;
- в) $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{свет}} 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2$;
- г) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{свет}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

6. Какая из названных реакций относится к темновой стадии фотосинтеза?

- а) связывание рибулозодифосфата с углекислым газом;
- б) возбуждение молекулы хлорофилла;
- в) образование АТФ;
- г) фотолиз воды.

7. В результате фотосинтеза в хлоропластах образуется:

- а) углекислый газ и кислород;
- б) глюкоза, АТФ и кислород;
- в) хлорофилл, вода и кислород;
- г) углекислый газ, АТФ и хлорофилл.

8. В чем сходство и отличие автотрофного питания у фото- и хемосинтезирующих бактерий?

1.8. Биосинтез белка

Биосинтез белка — это один из видов пластического обмена, в ходе которого наследственная информация, закодированная в генах ДНК, реализуется в определенную последовательность аминокислот в белковых молекулах.

Этапы биосинтеза одного вида белка в клетке:

- сначала происходит синтез мРНК на определенном участке одной из цепей молекулы ДНК;

- мРНК выходит через поры ядерной мембраны в цитоплазму и прикрепляется к малой субъединице рибосом;
- к этой же субъединице рибосомы присоединяется инициаторная тРНК, антикодон которой взаимодействует со стартовым кодоном мРНК — АУГ, затем из малой и большой частиц формируется рабочая рибосома;
- на противоположном антикодону конце молекулы инициаторной тРНК находится аминокислота метионин (ее код — АУГ). Карбоксильная группа метионина присоединяется к аминогруппе следующей аминокислоты, доставленной на рибосому;
- при включении новой аминокислоты рибосома передвигается вперед на три нуклеотида. Аминокислоты, доставленные на рибосомы, ориентированы по отношению друг к другу так, что карбоксильная группа одной аминокислоты оказывается рядом с аминогруппой другой аминокислоты. В результате между ними образуется пептидная связь;
- рибосома движется вдоль мРНК, пока не достигнет одного из ее трех стоп-кодонов — УАА, УАГ или УГА;
- после этого полипептид покидает рибосому и направляется в цитоплазму. На одной молекуле мРНК находятся несколько рибосом, образующих полисому. Именно на полисомах и происходит одновременный синтез нескольких одинаковых полипептидных цепей;
- каждый этап биосинтеза катализируется соответствующим ферментом и обеспечивается энергией АТФ;
- биосинтез происходит в клетках с огромной скоростью (в организме высших животных в одну минуту образуется до 60 тыс. пептидных связей).

Точность белкового синтеза обеспечивается следующими механизмами:

- фермент аминоацил-тРНК-синтетазы обеспечивает связывание строго определенной аминокислоты с соответствующими молекулами транспортной РНК;
- транспортная РНК, присоединившая аминокислоту, своим антикодоном связывается с кодоном на информацион-

ной РНК в месте прикрепления рибосомы. Только после узнавания молекулой тРНК «своего» кодона аминокислота включается в растущую полипептидную цепь.

Вопросы и задания

1. Перечислите все этапы биосинтеза белка. Как определяется начало и конец синтеза мРНК?

2. Каковы функции аминоацил-тРНК-синтетазы?

3. Какие из свойств генетического кода правильны?

- а) Большинство аминокислот кодируется несколькими кодонами;
- б) каждый кодон кодирует только одну аминокислоту;
- в) один кодон кодирует несколько аминокислот;
- г) у растений и животных природа генетического кода различна;
- д) у всех живых организмов одни и те же аминокислоты кодируются одинаковыми триплетами;
- е) между генами существуют «знаки препинания», между кодонами их нет.

4. Аминокислота триптофан кодируется кодоном УГГ. Какой триплет ДНК несет информацию об этой аминокислоте, при условии, что цепи антипараллельны?

- а) ЦЦА;
- б) ТЦЦ;
- в) УЦЦ;
- г) ТТЦ.

5. Один триплет ДНК содержит информацию:

- а) о последовательности аминокислот в белке;
- б) об одном признаке организма;
- в) об одной аминокислоте, включаемой в белковую цепь;
- г) о начале синтеза иРНК.

6. Синтез белка завершается в момент:

- а) узнавания кодона антикодоном;
- б) истощения запасов ферментов;
- в) появления на рибосоме «знака препинания»;
- г) присоединения аминокислоты к тРНК.

1.9. Энергетический обмен в клетке

Энергетический обмен — это совокупность химических реакций постепенного распада органических соединений, сопровождающихся высвобождением энергии, часть которой расходуется на синтез АТФ. Синтезированная АТФ становится универсальным источником энергии для жизнедеятельности организмов.

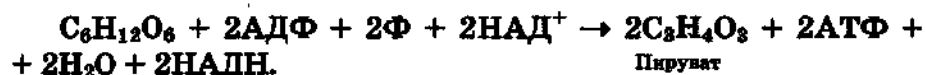
Процессы расщепления органических соединений у аэробных организмов происходят в три этапа, каждый из которых сопровождается несколькими ферментативными реакциями. Участие ферментов снижает энергию активации химических реакций, благодаря чему энергия выделяется не сразу (как при зажигании спички), а постепенно.

Первый этап — подготовительный. В желудочно-кишечном тракте многоклеточных организмов он осуществляется пищеварительными ферментами. У одноклеточных — ферментами лизосом. На первом этапе происходит расщепление белков до аминокислот, жиров до глицерина и жирных кислот, полисахаридов до моносахаридов, нуклеиновых кислот до нуклеотидов. Этот процесс называют пищеварением.

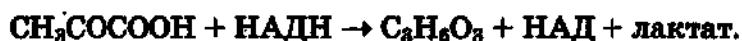
Второй этап — бескислородный (гликолиз). Происходит в цитоплазме клеток. Главным источником энергии в клетке является глюкоза. Ее бескислородное расщепление называют анаэробным гликолизом. Он состоит из ряда последовательных реакций по превращению глюкозы в лактат. Его присутствие в мышцах хорошо известно уставшим спортсменам.

В ходе гликолиза образуется большое количество энергии, часть которой рассеивается в виде тепла, а часть используется на синтез АТФ.

Суммарное уравнение реакций гликолиза выглядит следующим образом:



Молекула $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ — пировиноградная кислота, или пируват, может восстанавливаться до этилового спирта при спиртовом брожении у дрожжей или в клетке растений, а может превращаться в лактат, как это происходит у некоторых бактерий или в мышцах животных.



Третий этап — кислородный, состоящий из цикла Кребса и окислительного фосфорилирования. Он стал возможным после накопления в атмосфере достаточного количества молекулярного кислорода. Происходит в митохондриях клеток.

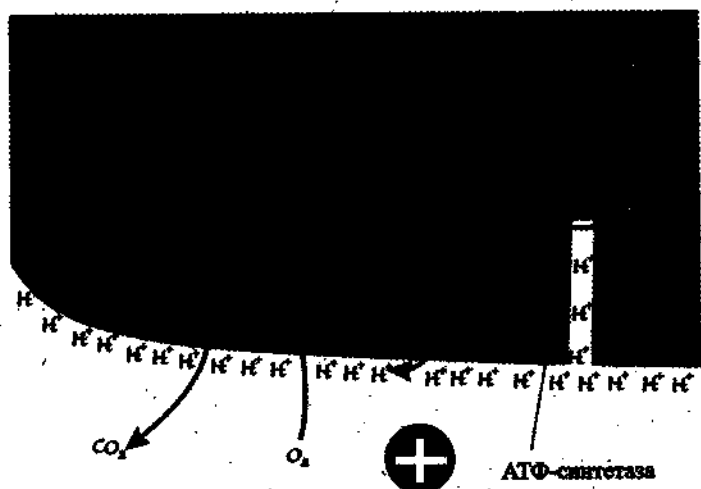
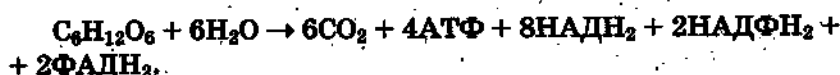


Рис. 13. Схема синтеза АТФ в митохондриях

Пировиноградная кислота (ПВК), попав в митохондрии, взаимодействует с коферментом А (КоА). В результате образуется ацетилкофермент А, который включается в цикл Кребса, названный по имени нобелевского лауреата Ганса Кребса.

Суммарная реакция гликолиза и цикла Кребса:



Большая часть энергии сберегается в переносчиках электронов — НАД и ФАД. Энергия молекул-переносчиков используется в следующей стадии — стадии окислительного фосфорилирования.

Окислительное фосфорилирование (клеточное дыхание) происходит на внутренних мембранах митохондрий, в кото-

рые встроены молекулы — переносчики электронов. В ходе этой стадии освобождается большая часть метаболической энергии. Молекулы-переносчики транспортируют электроны к молекулярному кислороду. Часть энергии рассеивается в виде тепла, а часть расходуется на образование АТФ.

АТФ образуется в результате работы протонной помпы, протаскивающей протоны H^+ через канал АТФ-азы на внутреннюю поверхность мембраны. Протоны, взаимодействуя с кислородом, образуют воду, а энергия протонов используется для фосфорилирования АДФ в АТФ.

Реакции в дыхательной цепи:



Суммарная реакция энергетического обмена:



Вопросы и задания

1. Суть гетеротрофного питания заключается:

- а) в синтезе собственных органических соединений из неорганических;
- б) потреблении неорганических соединений;
- в) использовании получаемых из пищи органических соединений для построения собственного тела;
- г) синтезе АТФ.

2. Конечными продуктами окисления органических веществ являются:

- а) АТФ и вода;
- б) кислород и углекислый газ;
- в) вода, углекислый газ, аммиак;
- г) АТФ и кислород.

3. Молекула глюкозы на первом этапе расщепления:

- а) окисляется до углекислого газа и воды;
- б) не изменяется;
- в) превращается в молекулу АТФ;
- г) расщепляется до двух трехуглеродных молекул (ПВК).

4. Непременным участником всех этапов окисления глюкозы являются:

- а) кислород;
- б) ферменты;
- в) энергия света;
- г) углекислый газ.

5. Окислительное фосфорилирование — это:

- а) расщепление глюкозы;
- б) синтез АТФ из АДФ и Ф;
- в) анаэробный гликолиз;
- г) присоединение фосфорной кислоты к глюкозе.

6. ПВК восстанавливается до спирта при:

- а) анаэробном гликолизе;
- б) распаде АТФ;
- в) фотолизе воды;
- г) аэробном гликолизе.

7. Что является универсальным переносчиком энергии в клетке?

8. Из чего складывается суммарное количество АТФ, полученное в ходе энергетического обмена?

9. Расскажите о процессах гликолиза.

10. Что такое окислительное фосфорилирование?

11. Как в клетках и организме используется аккумулированная в АТФ энергия?

1.10. Взаимосвязь энергетического и пластического обмена в клетках животных и растений

Обмен веществ (метаболизм) — это совокупность взаимосвязанных процессов синтеза и расщепления, сопровождающихся поглощением и выделением энергии и превращением химических веществ клетки. Его иногда разделяют на пластический и энергетический обмен, которые связаны между собой. Все синтетические процессы нуждаются в веществах и энергии, поставляемых процессами расщепления. Процессы расщепления катализируются ферментами, синтезирующимися в ходе пластического обмена, с использованием продуктов и энергии энергетического обмена.

Для отдельных процессов, происходящих в организмах, используют следующие термины:

Ассимиляция — синтез полимеров из мономеров.

Диссимиляция — распад полимеров на мономеры.

Анаболизм — синтез более сложных мономеров из более простых.

Катаболизм — распад более сложных мономеров на более простые.

Живые существа используют световую и химическую энергию. Автотрофы используют в качестве источника углерода углекислый газ. Гетеротрофы используют органические источники углерода. Исключение составляют некоторые протисты, например эвглена зеленая, способная к автотрофному и гетеротрофному типам питания.

Автотрофы синтезируют органические соединения при фотосинтезе или хемосинтезе. Гетеротрофы получают органические вещества вместе с пищей.

У автотрофов преобладают процессы синтеза — фотосинтез или хемосинтез, у гетеротрофов — процессы распада органических соединений.

Вопросы и задания

1. Что общего между фотосинтезом процессом окисления глюкозы:

- а) оба процесса происходят в митохондриях;
- б) оба процесса происходят в хлоропластах;
- в) в результате этих процессов образуется кислород;
- г) в результате этих процессов образуется АТФ?

2. Какие продукты фотосинтеза участвуют в энергетическом обмене млекопитающих?

3. Какова роль углеводов в образовании аминокислот, жирных кислот?

4. Сравните энергетику процессов фотосинтеза и энергетического обмена.

1.11. Жизненный цикл клетки. Митоз

Жизненный цикл клетки — это период ее жизни от деления до деления.

Клетки размножаются путем удвоения своего содержимого с последующим делением пополам.

Клеточное деление лежит в основе роста, развития и регенерации тканей многоклеточного организма.

Клеточный цикл подразделяют на хромосомный, сопровождающийся точным копированием и распределением генетического материала, и цитоплазматический, состоящий из роста клетки и последующего цитокинеза — деления клетки после удвоения других клеточных компонентов.

Длительность клеточных циклов у разных видов, в разных тканях и на разных стадиях варьируется от одного часа (у эмбриона) до года (в клетках печени взрослого человека).

Фазы клеточного цикла

Интерфаза — период между двумя делениями, подразделяющийся на пресинтетический — *G1*, синтетический — *S*, постсинтетический — *G2*.

G1-фаза — самый длительный период (от 10 ч до нескольких суток). Заключается в подготовке клеток к удвоению хромосом. Сопровождается синтезом белков, РНК, увеличивается количество рибосом, митохондрий. В этой фазе происходит рост клетки.

S-фаза (6—10 ч) — сопровождается удвоением хромосом. В данной фазе синтезируются некоторые белки.

G2-фаза (3—6 ч) — сопровождается конденсацией хромосом. В течение указанной фазы синтезируются белки микротрубочек, формирующих веретено деления.

Митоз (*M*-фаза) — это форма деления клеточного ядра. В результате митоза каждое из образующихся дочерних ядер получает тот же набор генов, который имела родительская клетка. В митоз могут вступать как диплоидные, так и гаплоидные ядра.

При митозе получают ядра той же пloidности, что и исходное.

Понятие «митоз» применимо только для эукариот.

Профаза сопровождается образованием веретена деления из микротрубочек цитоплазматического скелета клетки и связанных с ними белков. Хромосомы хорошо видны и состоят из двух хроматид.

Прометафаза сопровождается распадом ядерной мембраны. Часть микротрубочек веретена присоединяются к кинетохорам (комплексам белок-центромера).

Метафаза — все хромосомы выстраиваются по экватору клетки, образуя метафазную пластинку.

Анафаза — хроматиды расходятся к полюсам клетки с одинаковой скоростью. Микротрубочки укорачиваются.

Телофаза — дочерние хроматиды подходят к полюсам клетки. Микротрубочки исчезают. Вокруг конденсированных хроматид формируется ядерная оболочка.

Цитокинез — процесс разделения цитоплазмы. Клеточная мембрана в центральной части клетки втягивается внутрь. Образуется борозда деления, по мере углубления которой клетка раздваивается.

В некоторых случаях цитокинеза после митоза не происходит.

В результате митоза образуются два новых ядра с идентичными наборами хромосом, точно копирующими генетическую информацию материнского ядра.

В опухолевых клетках ход митоза нарушается.

Вопросы и задания

1. Опишите особенности каждой фазы митоза.

2. Что такое хроматиды, центромеры, веретено деления?

3. Чем отличаются соматические клетки от половых?

4. В чем заключается биологический смысл митоза?

5. Наиболее длительной стадией в клеточном цикле является:

а) интерфаза;

б) профаза;

в) метафаза;

г) телофаза.

6. Сколько хроматид содержит пара гомологичных хромосом в метафазе митоза?

а) четыре;

б) две;

в) восемь;

г) одну.

7. Митоз не обеспечивает:

а) образования клеток кожи человека;

б) сохранения постоянного для вида числа хромосом;

в) генетического разнообразия видов;

г) бесполого размножения.

1.12. Мейоз

Мейоз — это процесс деления клеточных ядер, приводящий к уменьшению числа хромосом вдвое. Мейоз состоит из двух последовательных делений (редукционного и эквационного), которым предшествует однократная репликация ДНК. Интерфаза мейоза аналогична интерфазе митоза.

Редукционное деление

Профаза I — состоит из пяти стадий: лептотены, зиготены, пахитены, диплотены, диакинеза.

Лептотена — реплицированные хромосомы конденсируются.

Зиготена — начинается конъюгация гомологичных хромосом. Образуются биваленты, или тетрады, состоящие из четырех сестринских хроматид.

Пахитена — стадия, на которой происходит кроссинговер.

Диплотена — конъюгировавшие хромосомы разделяются, хромосомы бивалента отодвигаются друг от друга, но продолжают быть связанными хиазмами — местами, где произошел кроссинговер.

Диакинез — ядерная оболочка и ядрышки исчезают. Отчетливо видно, что каждый бивалент состоит из четырех хроматид. Сестринские хроматиды соединены центромерой, несестринские — хиазмами. По этим точкам можно определить только факт произошедшего кроссинговера, ибо наблюдать его нельзя.

Метафаза I — хромосомы выстраиваются по экватору веретена деления. Центромеры обращены к полюсам.

Анафаза I — нити веретена сокращаются, гомологичные хромосомы расходятся к полюсам клетки, где формируются гаплоидные наборы хромосом (два набора на клетку). На этой стадии возникают хромосомные рекомбинации, повышающие степень изменчивости потомков.

Телофаза I — формируются клетки с гаплоидным набором хромосом и удвоенным количеством ДНК. Формируется ядерная оболочка. Веретено разрушается. В конце телофазы I в результате цитокинеза формируется диада. В каждую клет-

ку попадает две сестринские хроматиды, соединенные центромерой.

Эквационное деление состоит из профазы II, метафазы II, анафазы II, телофазы II и цитокинеза.

Клетки, содержащие гаплоидный набор хромосом, состоящих из двух хроматид, образуют клетки с гаплоидным набором хромосом, состоящих из одной хроматиды. Таким образом, из одной диплоидной клетки (овогония, или сперматогония) образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом.

Биологическое значение мейоза заключается в образовании клеток, участвующих в половом размножении, в поддержании генетического постоянства видов. Мейоз служит основой комбинативной изменчивости организмов. Нарушения мейоза у человека могут привести к таким патологиям, как болезнь Дауна, идиотия и др.

Вопросы и задания

1. Опишите особенности каждой фазы мейоза.
2. Что такое конъюгация, кроссинговер, биваленты?
3. В чем заключается биологический смысл мейоза?
4. Бесполом путем могут размножаться:
 - а) земноводные;
 - б) кишечнополостные;
 - в) насекомые;
 - г) ракообразные.
5. Первое деление мейоза заканчивается образованием:
 - а) гамет;
 - б) клеток с гаплоидным набором хромосом;
 - в) диплоидных клеток;
 - г) клеток разной пloidности.
6. В результате мейоза образуются:
 - а) споры папоротников;
 - б) клетки стенок антеридия папоротника;
 - в) клетки стенок архегония папоротника;
 - г) соматические клетки трутней пчел.

1.13. Строение и функции хромосом

Хромосомы — структуры клетки, хранящие и передающие наследственную информацию. Хромосома состоит из ДНК и белка. Комплекс белков, связанных с ДНК, образует хроматин. Белки играют важную роль в упаковке молекул ДНК в ядре.

ДНК в хромосомах упакована таким образом, что умещается в ядре, диаметр которого обычно не превышает 5 мкм ($5 \cdot 10^{-4}$ см). Упаковка ДНК приобретает вид петельной структуры, похожей на хромосомы типаламповых щеток амфибий или политенных хромосом насекомых. Петли поддерживаются с помощью белков, которые узнают определенные последовательности нуклеотидов и сближают их. Строение хромосомы лучше всего видно в метафазе митоза.

Хромосома представляет собой палочковидную структуру и состоит из двух сестринских хроматид, которые удерживаются центромерой в области первичной перетяжки. Каждая хроматида построена из хроматиновых петель. Хроматин не реплицируется. Реплицируется только ДНК. С началом репликации ДНК синтез РНК прекращается. Хромосомы мо-

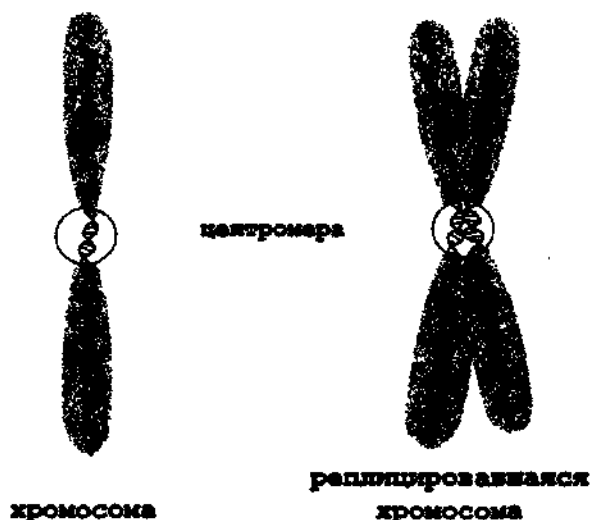


Рис. 14. Строение и репликация хромосомы

гут находиться в двух состояниях: конденсированном (неактивном) и деконденсированном (активном).

Диплоидный набор хромосом организма называют кариотипом. Современные методы исследования позволяют определить каждую хромосому в кариотипе. Для этого учитывают распределение видимых под микроскопом светлых и темных полос (чередование АТ и ГЦ-пар) в хромосомах, обработанных специальными красителями. Поперечной исчерченностью обладают хромосомы представителей разных видов. У родственных видов, например у человека и шимпанзе, очень сходный характер чередования полос в хромосомах.

Каждый вид организмов обладает постоянным числом, формой и составом хромосом. В кариотипе человека 46 хромосом — 44 аутосомы и 2 половые хромосомы. Мужчины гетерогаметны (ХУ), а женщины гомогаметны (ХХ). У-хромосома отличается от Х-хромосомы отсутствием некоторых аллелей (например, аллеля свертываемости крови). Хромосомы одной пары называют гомологичными. Гомологичные хромосомы в одинаковых локусах несут аллельные гены.

Вопросы

1. Что происходит с хромосомами в интерфазе митоза?
2. Какие хромосомы называют гомологичными?
3. Как происходит и чем удерживается укладка хромосом в ядре?
4. Что такое хроматин?
5. Чем отличается хромосома от хроматиды?
6. Всегда ли хромосомы присутствуют в клетке?

1.14. Размножение в органическом мире

Размножение — это воспроизведение генетически сходных особей данного вида, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни.

Бесполое размножение осуществляется следующими путями:

- простым делением на две или сразу на много клеток (бактерии, простейшие);
- вегетативно (растения, кишечнополостные);
- делением многоклеточного тела пополам с последующей регенерацией (морские звезды, гидры);
- почкованием (бактерии, кишечнополостные);
- образованием спор.

Бесполое размножение обычно обеспечивает увеличение численности генетически однородного потомства. Но когда ядра спор образуются в результате мейоза, потомство от бесполого размножения будет генетически разным.

Половое размножение — процесс, в котором объединяется генетическая информация от двух особей.

Особи разного пола образуют гаметы. Женские особи производят яйцеклетки, мужские — сперматозоиды, обоеполые особи (гермафродиты) производят и яйцеклетки, и сперматозоиды. А у некоторых водорослей сливаются две одинаковых половых клетки.

При слиянии гаплоидных гамет происходит оплодотворение и образование диплоидной зиготы.

Зигота развивается в новую особь.

Все вышеперечисленное справедливо только для эукариот. У прокариот тоже есть половой процесс, но происходит он по-другому.

Таким образом, при половом размножении происходит смешивание геномов двух разных особей одного вида. Потомство несет новые генетические комбинации, что отличает их от родителей и друг от друга.

Один из видов полового размножения — партеногенез, или развитие особей из неоплодотворенной яйцеклетки (тли, трутни пчел и др.).

Строение половых клеток

Яйцеклетки — круглые, сравнительно крупные, неподвижные клетки. Размеры — от 100 мкм до нескольких сантиметров в диаметре. Содержат все органоиды, характерные для эукариотической клетки, а также включения запасных питательных веществ в виде желтка. Яйцеклетка покрыта

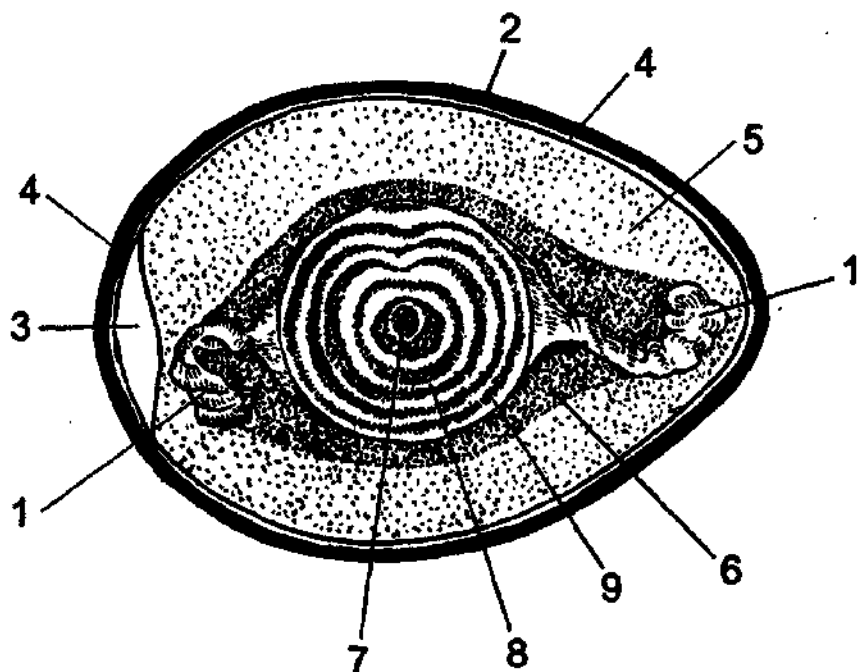


Рис. 15. Строение яйцеклетки птицы:

1 — халаза; 2 — скорлупа; 3 — воздушная камера; 4 — наружная подскорлуповая оболочка; 5 — жидкий белок; 6 — плотный белок; 7 — зародышевый диск; 8 — светлый желток; 9 — темный желток.

яйцевой оболочкой, состоящей в основном из гликопротеинов.

У мхов и папоротников яйцеклетки развиваются в архегониях, у цветковых растений — в семязпочках, локализованных в завязи цветка.

Яйцеклетки подразделяют следующим образом:

- **изолецитальные** — желток распределен равномерно и его немного (у червей, моллюсков);
- **алецитальные** — почти лишены желтка (млекопитающие);
- **телолецитальные** — содержат много желтка (рыбы, птицы);
- **полилецитальные** — содержат значительное количество желтка.

Овогенез — образование яйцеклеток у самок.

В зоне размножения находятся овогонии — первичные половые клетки, размножающиеся митозом.

Из овогониев после первого мейотического деления образуются овоциты первого порядка.

После второго мейотического деления образуются овоциты второго порядка, из которых формируется одна яйцеклетка и три направительных тельца, которые затем гибнут.

Сперматозоиды — мелкие, подвижные клетки. В них выделяют головку, шейку и хвост.

В передней части головки находится акросомальный аппарат — аналог аппарата Гольджи. В нем содержится фермент (гиалуронидаза), растворяющий оболочку яйцеклетки при оплодотворении. В шейке расположены центриоли и митохондрии. Жгутики сформированы из микротрубочек. При оплодотворении в яйцеклетку попадают только ядро и центриоли сперматозоида. Митохондрий и другие органеллы остаются снаружи. Поэтому цитоплазматическая наследственность у людей передается только по женской линии.

Половые клетки животных и растений, размножающихся половым путем, образуются в результате процесса, называемого гаметогенезом.

Сперматогенез — процесс превращения сперматогониев в сперматозоиды включает следующие этапы:

- сперматогонии делятся на две дочерние клетки — сперматоциты первого порядка;

- сперматоциты первого порядка делятся мейозом (1-е деление) на две дочерние клетки — сперматоциты второго порядка;

- сперматоциты второго порядка приступают ко второму мейотическому делению, в результате которого образуются четыре гаплоидные сперматиды;

- сперматиды после дифференцировки превращаются в зрелые сперматозоиды.

Вопросы и задания

1. Принципиальные различия между половым и бесполом размножением заключаются в том, что половое размножение:

- а) происходит только у высших организмов;
- б) это приспособление к неблагоприятным условиям среды;
- в) обеспечивает комбинативную изменчивость организмов;
- г) обеспечивает генетическое постоянство вида.

2. Сколько клеток образуется в результате сперматогенеза из двух первичных половых клеток?

- а) восемь;
- б) две;
- в) шесть;
- г) четыре.

3. Какое из образований цветкового растения имеет триплоидный набор хромосом?

- а) генеративная клетка;
- б) эндосперм;
- в) вегетативная клетка;
- г) зигота.

4. Отличие овогенеза от сперматогенеза:

- а) в овогенезе образуются четыре равноценные гаметы, а в сперматогенезе одна;
- б) яйцеклетки содержат больше хромосом, чем сперматозоиды;
- в) в овогенезе образуется одна полноценная гамета, а в сперматогенезе — четыре;
- г) овогенез проходит с одним делением первичной половой клетки, а сперматогенез с двумя.

5. Чем объяснить различия в размерах яйцеклеток?

6. Где происходит сперматогенез?

7. Где происходит овогенез?

1.15. Онтогенез

Онтогенез — это индивидуальное развитие организма от момента образования зиготы до смерти. В ходе онтогенеза проявляется закономерная смена фенотипов, характерных для данного вида.

Различают *непрямой* и *прямой* онтогенезы. Непрямое развитие (метаморфоз) встречается у плоских червей, моллюсков, насекомых, рыб, земноводных. Их зародыши проходят

в своем развитии несколько стадий, в том числе личиночную. Прямое развитие проходит в неличиночной, или внутритробной, форме. К нему относят все формы яйцеживорождения, развитие зародышей пресмыкающихся, птиц и яйцекладущих млекопитающих, а также развитие некоторых беспозвоночных (прямокрылых, паукообразных и др.). Внутритробное развитие происходит у млекопитающих, в том числе и у человека.

В онтогенезе выделяют периоды: эмбриональный (от образования зиготы до выхода из яйцевых оболочек) и постэмбриональный (с момента рождения до смерти).

Эмбриональный период многоклеточного организма состоит из следующих стадий:

- зиготы;
- морулы — стадии развития многоклеточного зародыша после дробления зиготы;
- бластулы — стадии образования однослойного зародыша, покрытого бластодермой, и формирования первичной полости тела — бластоцели;
- гастролы — стадии образования зародышевых листков — эктодермы, энтодермы (у двухслойных) и мезодермы (у трехслойных). Процесс образования гастролы называют гастрულიацией. Впячивание бластодермы (инвагинация) приводит к образованию первичной кишки — гастроцели, вход в которую называют гастропором. У первичноротых гастропор превращается в ротовое отверстие. У хордовых (вторичноротых)



Рис. 16. Ранние стадии развития ланцетника

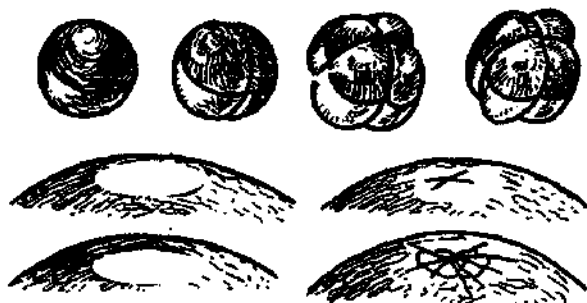


Рис. 17. Начальные стадии дробления яйцеклеток лягушки (вверху) и птицы (внизу)



Рис. 18. Развитие зародыша тритона

на месте первичного рта образуется анальное отверстие, а рот возникает в передней части тела;

- гисто- и органогенеза — стадии появления специфических функциональных, морфологических и биохимических различий между отдельными клетками и частями развивающегося зародыша.

У позвоночных животных в органогенезе можно выделить:

- нейрогенез — процесс формирования нервной трубки из эктодермального зародышевого листка;
- хордогенез — процесс формирования хорды из мезодермы;
- процесс формирования кишечника и связанных с ним органов.

Последовательное развитие тканей и органов, их дифференцировка происходят благодаря эмбриональной индукции — влиянию одних частей зародыша на развитие других частей.

Постэмбриональный период разделяют на следующие этапы:

- до полового созревания;
- период половой зрелости (осуществление репродуктивных функций);
- старение и смерть.

У человека начальная стадия постэмбрионального периода называется постнатальной и характеризуется интенсивным ростом органов и частей тела в соответствии с установленными пропорциями. В постэмбриональном развитии человека выделяют следующие периоды:

- грудничковый (от рождения до четырех недель);
- грудной (от четырех недель до года);
- дошкольный (ясельный, средний, старший);
- школьный (ранний, подростковый);
- репродуктивный (молодой — до 45 лет, зрелый — до 65 лет);
- пострепродуктивный (пожилой — до 75 лет и старческий — после 75 лет).

Гипотезы, объясняющие механизмы старения

Стохастическая — старение есть накопление случайных (стохастических) ошибок, прежде всего генетического характера, возникающих в процессе жизнедеятельности особи.

Программная — предполагающая, что старение запрограммировано в геноме организма.

Смерть — биологическое явление, ограничивающее размножение. Смена поколений — одна из главных предпосылок эволюционного процесса.

Вопросы и задания

1. Расскажите об особенностях эмбрионального и постэмбрионального периода насекомых.

2. Мезодермы нет:

- а) у голубя;
- б) у собаки;
- в) у черепахи;
- г) у медузы.

3. Соотнесите названия органов или их компонентов с названиями зародышевых листков, из которых они формируются (А — эктодерма; Б — энтодерма; В — мезодерма):

- а) спинной мозг;
- б) компоненты органа слуха;
- в) кровеносная система;
- г) головной мозг;
- д) эпидермис кожи;
- е) скелет;
- ж) компоненты органа зрения;
- з) печень;
- и) выделительная система;
- к) легкие.

4. Без метаморфоза развивается:

- а) лягушка;
- б) саранча;
- в) майский жук;
- г) печеночный сосальщик.

5. Дайте определения понятиям: бластула, гастрюла, эктодерма, энтодерма, мезодерма, бластоцель, гастроцель.

1.16. Законы Г. Менделя и их цитологические основы

Законы Г. Менделя описывают характер наследования отдельных признаков на протяжении нескольких поколений.

Первый закон Менделя, или Правило единообразия

Закон выведен на основе статистических данных, полученных Г. Менделем при скрещивании разных сортов гороха, имевших четкие альтернативные различия по следующим признакам:

- форма семени (круглая/некруглая);
- окраска семени (желтая/зеленая)
- кожура семени (гладкая/морщинистая) и т.д.

При скрещивании растений с гладкими и морщинистыми семенами все гибриды первого поколения оказались гладкими. Этот признак был назван *доминантным*.

P_1	$\text{♀} AA$	$\times$	$\text{♂} aa$
	Растение		Растение
	с гладкими семенами		с морщинистыми семенами
Гаметы	A		a
Гибриды F_1	Aa		
	все семена гладкие		

При скрещивании гомозиготных особей, отличающихся одной или несколькими парами альтернативных признаков, все гибриды первого поколения оказываются по этим признакам единообразными и похожими на родителя с доминантным признаком.

В случае неполного доминирования во втором поколении только 25% особей фенотипически похожи на родителя с доминантным признаком. Гетерозиготы будут от них фенотипически отличаться. Например, от красноцветковых и белопетельчатых растений львиного зева в потомстве 25% особей красные, 25% — белые, а 50% — розовые. Анализирующее скрещивание используют для выявления гетерозиготности особи по определенному аллелю. Для этого особь с доминантным признаком ($AA?$ или $Aa?$) скрещивают с гомозиготной по рецессивному аллелю особью. В случае гетерозиготности особи с доминантным признаком расщепление в потомстве будет 1:1:

$$AA \times aa \rightarrow 100\% Aa;$$

$$Aa \times aa \rightarrow 50\% Aa \text{ и } 50\% aa.$$

Второй закон Менделя, или Закон расщепления

При скрещивании гетерозиготных гибридов первого поколения между собой во втором поколении обнаруживается расщепление по данному признаку. Это расщепление носит закономерный статистический характер: 3:1 по фенотипу и 1:2:1 по генотипу.

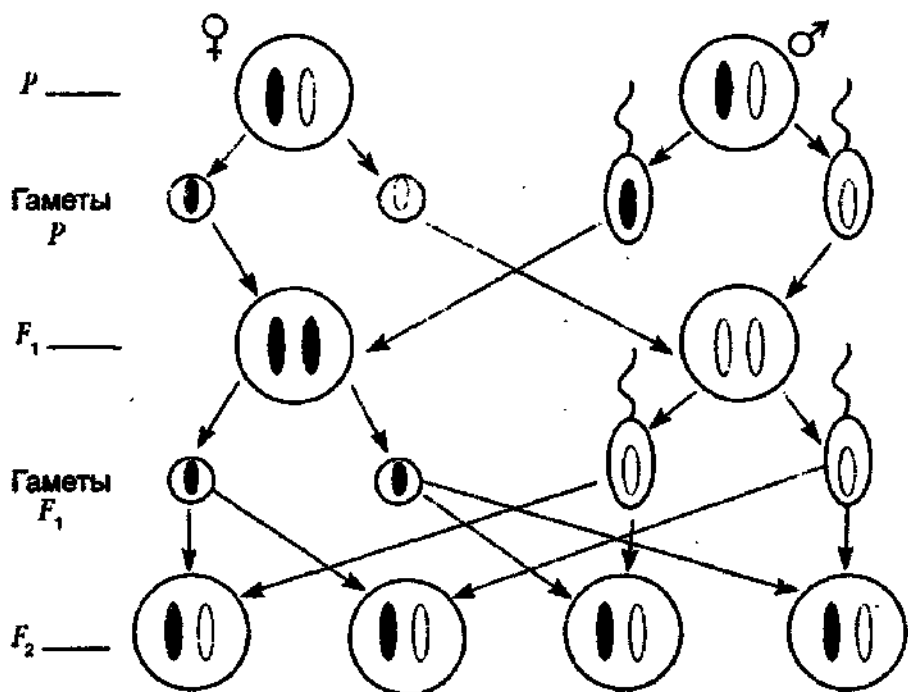


Рис. 19. Цитологические основы моногибридного расщепления

P_2	Aa	$\times$	Aa
Гаметы	$A; a$		$A; a$
Гибриды F_2	$1AA : 2Aa : 1aa$		
	гладкие		морщинистые

Появляются семена как с гладкой, так и с морщинистой кожурой.

Третий закон Менделя, или Закон независимого наследования при дигибридном (полигибридном) скрещивании

Данный закон выведен на основе анализа результатов, полученных при скрещивании особей, отличающихся по двум

парам альтернативных признаков. Например, растение, дающее желтые гладкие семена, скрещивают с растением, дающим зеленые морщинистые семена.

P_1 $AABB \times aabb$
 Гаметы $AB \quad ab$
 F_1 $AaBb$
 P_2 $AaBb \times AaBb$
 Гаметы AB, Ab, aB, ab AB, Ab, aB, ab
 F_2

Гаметы	AB	Ab	aB	ab
AB	$AABB$	$AABb$	$AaBB$	$AaBb$
Ab	$AABb$	$AAbb$	$AaBb$	$Aabb$
aB	$AaBB$	$AaBb$	$aaBB$	$aaBb$
ab	$AaBb$	$Aabb$	$aaBb$	$aabb$

Во втором поколении возможно появление четырех фенотипов в отношении 9:3:3:1 и девяти генотипов.

В результате проведенного анализа выяснили, что гены разных аллельных пар и соответствующие им признаки передаются независимо друг от друга. Этот закон справедлив:

- для диплоидных организмов;
- для генов, расположенных в разных гомологичных хромосомах;
- при независимом расхождении гомологичных хромосом в мейозе и их случайном сочетании при оплодотворении.

Указанные условия и являются цитологическими основами дигибридного скрещивания.

Те же закономерности распространяются на полигибридные скрещивания.

В экспериментах Менделя установлена дискретность (прерывистость) наследственного материала, что позже привело к открытию генов как элементарных материальных носителей наследственной информации.

Гипотеза чистоты гамет утверждает, что в гамете, в норме, всегда находится только одна из гомологичных хромосом данной пары. Расщепление — это результат случайного сочетания гамет, несущих разные аллели.

Так как события случайны, то закономерность носит ста-

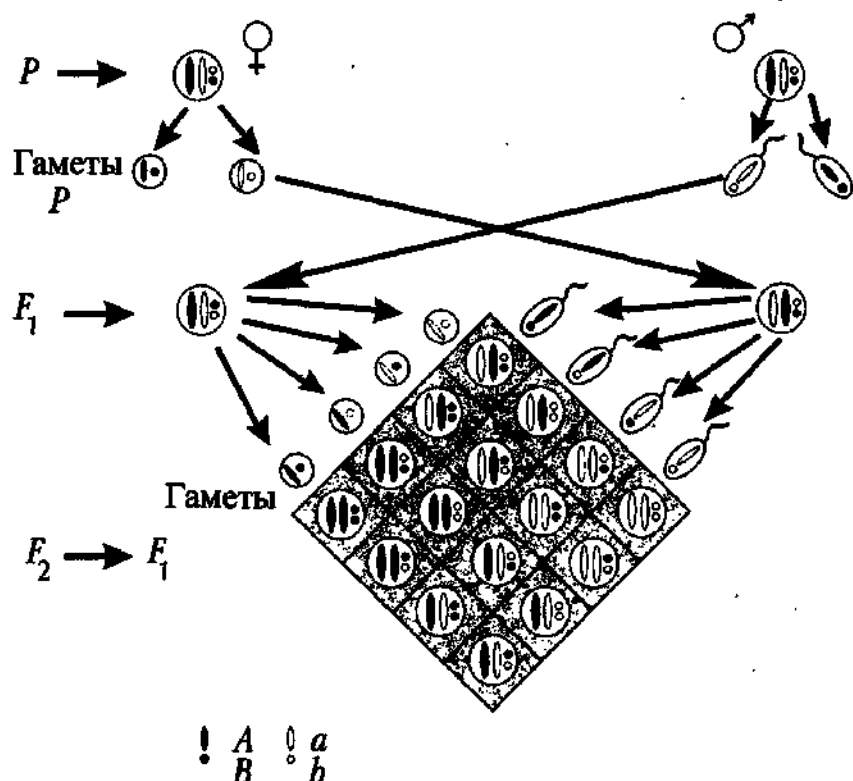


Рис. 20. Цитологические основы дигибридного скрещивания

тистический характер, т.е. определяется большим числом равновероятных событий — встреч гамет, несущих разные (или одинаковые) альтернативные гены.

Вопросы и задания

1. Аминокислотная последовательность одного белка определяется:

- а) группой генов;
- б) одним геном;
- в) одной молекулой ДНК;
- г) совокупностью генов организма.

2. Триплет нуклеотидов в молекуле ДНК кодирует информацию:

- а) об одной аминокислоте;

- б) о синтезируемой иРНК;
- в) об одном белке;
- г) нескольких белках.

3. Чистой линией называют:

- а) потомство, не дающее разнообразия по изучаемому признаку;
- б) разнообразное потомство, полученное от скрещивания разных особей;
- в) пару родителей, отличающихся друг от друга одним признаком;
- г) особи одного вида.

4. Какое потомство получится при скрещивании комолый (безрогой) гомозиготной коровы (ген комолости В доминирует) с рога-тым быком?

- а) все ВВ;
- б) все Вb;
- в) 50% ВВ и 50% Вb;
- г) 75% ВВ и 25% Вb.

5. При скрещивании двух высокорослых (С) растений было получено 25% семян, из которых выросли низкорослые растения.

Каковы генотипы низкорослых растений?

- а) все СС;
- б) все сс;
- в) все Сс;
- г) 50% Сс и 50% сс.

6. В потомстве, полученном от скрещивания двух красноцветковых гетерозиготных растений, были растения красной, белой и розовой окраски. Каков процент розовых растений?

- а) 50%;
- б) 75%;
- в) 25%;
- г) 100%.

7. Анализирующее скрещивание проводят, для того чтобы:

- а) узнать, какой аллель доминирует;
- б) узнать, какой аллель рецессивен;
- в) вывести чистую линию;

г) выявить гетерозиготность организма по определенному признаку.

8. Ген полидактилии (П) доминантен, ген нормального количества пальцев на руках — рецессивен. Выберите вероятные генотипы детей от брака нормальной матери и шестипалого отца, если семья многодетна, а отец гетерозиготен по данному признаку:

- а) 50% Пп и 50% пп;
- б) 50% Пп и 50% ПП;
- в) 25% Пп, 50% пп и 25% ПП;
- г) 100% Пп.

9. Какова вероятность рождения голубоглазого (а) светловолосого (б) ребенка от брака голубоглазого темноволосого (В) отца и кареглазой (А) светловолосой матери, гетерозиготных по доминантным признакам?

- а) 25%;
- б) 75%;
- в) 12,5%;
- г) 50%.

10. Каковы генотипы родительских растений томата с круглыми красными плодами и с грушевидными желтыми плодами, если в их потомстве расщепление по фенотипу 1:1:1:1?

- а) AABV и aabb;
- б) AaBV и AABb;
- в) AaBb и aabb;
- г) aaBV и Aabb.

11. Суть третьего закона Г. Менделя:

- а) гены каждой пары наследуются независимо друг от друга;
- б) гены не оказывают никакого влияния друг на друга;
- в) гены каждой пары наследуются вместе;
- г) один ген определяет развитие одного признака.

1.17. Хромосомная теория наследственности

Основоположник теории Томас Гент Морган, американский генетик, нобелевский лауреат, выдвинул гипотезу об ограничении законов Менделя.

В экспериментах он использовал плодовую мушку-дрозофилу, обладающую важными для генетических экспериментов качествами: неприхотливостью, плодовитостью, небольшим количеством хромосом (четыре пары), множеством четко выраженных альтернативных признаков.

Морган и его ученики установили следующее:

1. Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно или сцепленно.

2. Группы генов, расположенных в одной хромосоме, образуют группы сцепления. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом у гомогаметных особей и $n+1$ у гетерогаметных особей.

3. Между гомологичными хромосомами может происходить обмен участками (кроссинговер); в результате кроссинговера возникают гаметы, хромосомы которых содержат новые комбинации генов.

4. Частота кроссинговера между гомологичными хромосомами зависит от расстояния между генами, локализованными в одной хромосоме. Чем это расстояние больше, тем выше частота кроссинговера. За единицу расстояния между генами принимают 1 морганиду (1% кроссинговера) или процент появления кроссоверных особей. При значении этой величины в 10 морганид можно утверждать, что частота перекреста хромосом в точках расположения данных генов равна 10% и что в 10% потомства будут выявлены новые генетические комбинации.

5. Для выяснения характера расположения генов в хромосомах и определения частоты кроссинговера между ними строят генетические карты. Карта отражает порядок расположения генов в хромосоме и расстояние между генами одной хромосомы. Эти выводы Моргана и его сотрудников получили название *хромосомной теории наследственности*. Важнейшими следствиями этой теории являются современные представления о гене как о функциональной единице наследственности, его делимости и способности к взаимодействию с другими генами.

Пример сцепленного наследования:

v_g^+ — нормальные крылья дрозофилы;

v_g — зачаточные крылья;

BB — серая окраска тела;

bb — темная окраска тела.

Скрещивали гомозиготные линии мух с серым цветом тела и длинными крыльями и мух, имеющих черное тело и короткие крылья. Гены цвета тела и длины крыльев сцеплены и находятся в одной хромосоме:

$\sigma v_g v_g BB \times \text{♀ } v_g v_g bb$ (серые длиннокрылые — черные короткокрылые).

Запись в хромосомном выражении:

$$\sigma \frac{v_g^+ B}{v_g^+ B} \times \text{♀ } \frac{v_g b}{v_g b}$$

Гаметы $\frac{v_g^+ B}{v_g^+ B}$ $\frac{v_g b}{v_g b}$

F_1 $\frac{v_g^+ B}{v_g b}$

В данном случае правило единообразия гибридов первого поколения соблюдается. В соответствии со вторым и третьим законами Менделя следовало ожидать при последующем анализирующем скрещивании ($v_g^+ v_g Bb \times v_g v_g bb$) по 25% каждого из возможных фенотипов (серых длиннокрылых мух, серых короткокрылых, черных длиннокрылых и черных короткокрылых). Однако опыты Моргана не дали таких результатов. При скрещивании рецессивной по обоим признакам самки $v_g v_g bb$ с гибридным самцом из F_1 образовалось 50% серых мух с короткими крыльями и 50% мух с черным телом и длинными крыльями:

P	самец $\frac{v_g^+ B}{v_g b}$	$\times$	самка $\frac{v_g b}{v_g b}$
Гаметы P	$\frac{v_g B}{v_g b}$ $\frac{v_g^+ b}{v_g b}$		$\frac{v_g b}{v_g b}$
F_1	$\frac{v_g B}{v_g b}$		$\frac{v_g^+ b}{v_g b}$
	50%		50%

Если же скрещивают дигибридную самку с гомозиготным рецессивным самцом, то в F_2 образуется потомство: 41,5% — серых с короткими крыльями, 41,5% — черных с длинными крыльями, 8,5% — серых с длинными крыльями, 8,5% — черных с короткими крыльями.

$$P \quad \begin{array}{c} \text{самка} \\ \text{♀} \quad \frac{v_g^+ B}{v_g b} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{самец} \\ \text{♂} \quad \frac{v_g b}{v_g b} \end{array}$$

Кроссинговер у самки

$$\frac{v_g^+ b}{v_g B}$$

$$\text{Гаметы } P \quad \begin{array}{cc} v_g^+ B; & v_g b \\ \text{некроссоверные} & \text{кроссоверные} \end{array} \quad \begin{array}{cc} v_g^+ b; & v_g B; \\ \text{кроссоверные} & \end{array} \quad v_g b$$

$$F_2 \quad \begin{array}{cc} \frac{v_g^+ B}{v_g b} & \frac{v_g^+ b}{v_g b} \\ 8,5\% & 41,5\% \end{array} \quad \begin{array}{cc} \frac{v_g B}{v_g b} & \frac{v_g b}{v_g b} \\ 41,5\% & 8,5\% \end{array}$$

Данные результаты свидетельствуют о наличии сцепления генов и кроссинговере между ними. Так как в потомстве от второго скрещивания было получено 17% рекомбинантных особей, то расстояние между генами Vg и B равно 17%, или 17 морганидам.

Наследование, сцепленное с полом

Хромосомные наборы разных полов отличаются по строению половых хромосом. У-хромосома мужчин не содержит многих аллелей, имеющиххся в X-хромосоме. Признаки, определяемые генами половых хромосом, называют сцепленными с полом. Характер наследования зависит от распределения хромосом в мейозе. У гетерогаметных полов признаки, сцепленные с X-хромосомой и не имеющие аллеля в Y-хромосоме, проявляются даже в том случае, когда ген, определяющий развитие этих признаков, — рецессивен. У человека Y-хромосома передается от отца к сыновьям, а X-хромосо-

ма — к дочерям. Вторую хромосому дети получают от матери. Это всегда X-хромосома. Если мать несет патологический рецессивный ген в одной из X-хромосом (например, ген дальтонизма или гемофилии), но при этом сама не больна, то она является носителем. В случае передачи этого гена сыновьям они могут родиться с данным заболеванием, ибо в Y-хромосоме нет аллеля, подавляющего патологический ген. Пол организма определяется в момент оплодотворения и зависит от хромосомного набора образовавшейся зиготы. У птиц гетерогаметными являются самки, а гомогаметными — самцы. У пчел половых хромосом вообще нет. Самцы гаплоидны. Самки пчел диплоидны.

Пример наследования, сцепленного с полом

P	♀ $X^A X$	×	♂ XU
	мать — носительница дальтонизма		здоровый отец
Гаметы	X^A ; X		X ; U
F_1	$X^A X$,	XU , XX ,	$X^A U$,
	дочь — носительница дальтонизма	здоровые дети	сын — дальтоник

Основные положения хромосомной теории наследственности:

- каждый ген имеет в хромосоме определенный локус (место);
- гены в хромосоме расположены в определенной последовательности;
- гены одной хромосомы сцеплены, поэтому наследуются преимущественно вместе;
- частота кроссинговера между генами равна расстоянию между ними;
- набор хромосом в клетках данного типа (кариотип) является характерной особенностью вида.

Вопросы и задания

1. Сколько типов гамет образует зигота $CcBb$, если гены C и B , c и b наследуются сцепленно?

- а) один;
- б) четыре;
- в) три;
- г) два.

2. Частота перекреста хромосом зависит:

- а) от количества генов в хромосоме;
- б) от доминантности или рецессивности генов;
- в) от расстояния между генами;
- г) от количества хромосом в клетке.

3. Частота кроссинговера между генами A и B — 9%, между генами B и C — 13%, между генами A и C — 22%. Каков вероятный порядок расположения генов в хромосоме, если известно, что они сцеплены?

- а) $B - A - C$;
- б) $A - B - C$;
- в) $B - C - A$.

1.18. Генотип как целостная, исторически сложившаяся система

Термин «генотип» предложен в 1909 г. датским генетиком Вильгельмом Иогансеном. Он же ввел термины: «ген», «аллель», «фенотип», «линия», «чистая линия», «популяция».

Генотип — это совокупность генов данного организма. У человека около 100 тыс. генов.

Генотип как единая функциональная система организма сложился в процессе эволюции. Признаком системности генотипа является взаимодействие генов.

Аллельные гены (точнее, их продукты — белки) могут взаимодействовать друг с другом:

- в составе хромосом — примером является полное и неполное сцепление генов;
- в паре гомологичных хромосом — примерами являются полное и неполное доминирование, кодоминирование (независимое проявление аллельных генов).

Неаллельные гены взаимодействуют в следующих формах:

• *кооперация* — появление новообразований при скрещивании двух внешне одинаковых форм. Например, наследование формы гребня у кур определяется двумя генами:

R — розовидный гребень;

P — гороховидный гребень.

$P \quad RRpp \times rrPP$

розовидный гороховидный

$F_1 RrPp$ — появление ореховидного гребня в присутствии двух доминантных генов; при генотипе $rrpp$ проявляется листовидный гребень;

• *комплементарное взаимодействие* — появление нового признака при наличии в генотипе двух доминантных неаллельных генов. При таком взаимодействии во втором поколении возможно появление четырех вариантов расщепления. Примером является развитие антоциана (красящего пигмента) у цветков душистого горошка. При наличии в гомозиготном состоянии хотя бы одного рецессивного аллеля окраска не развивается и лепестки остаются белыми:

$P \quad Aabb \times aaBB$

белый белый

$F_1 \quad AaBb$

пурпурный

$P_2 \quad AaBb \times AaBb$

$F_2 \quad 9/16$ пурпурных и $7/16$ белых

• *эпистаз*, или взаимодействие, при котором ген одной аллельной пары подавляет действие гена другой аллельной пары. Если в генотипе присутствуют два разных доминантных аллеля, то при эпистазе проявляется один из них. Проявившийся ген называют супрессором, подавляемый ген называют гипостатическим. При скрещивании двух белых кур (легорн $Aabb$ и виандотт $aabb$) во втором поколении произойдет расщепление по фенотипу в отношении $13/16$ белых — в тех случаях, когда в генотипе встречаются оба доминантных гена, или в случае полной рецессивности генотипа и $3/16$ — окрашенных — в случаях, когда есть только один из доми-

нантных генов. В данном случае ген *A* подавляет ген *B*. В отсутствие гена *A* проявляется ген *B* и куры окрашены;

• **полимерия** — влияние на один признак нескольких неаллельных одготипных генов. В результате степень выраженности признака зависит от числа доминантных аллелей разных генов в гототипе организма;

• **плейотропия** — влияние одного гена на развитие нескольких признаков. У человека известен ген, вызывающий появление паучьих пальцев (синдрома Марфана). Одновременно этот ген вызывает дефект в хрусталике глаза. Ген, вызывающий рыжую окраску волос, влияет на пигментацию кожи; появление веснушек.

Вопросы и задания

1. Дайте определения понятиям «генотип», «фенотип», «аллель», «чистая линия».

2. Устойчивость по отношению к малярии людей, гетерозиготных по гену серповидноклеточности эритроцитов, объясняется:

- а) полным доминированием;
- б) промежуточным наследованием;
- в) плейотропией;
- г) эпистазом.

3. При скрещивании двух различных сортов душистого горошка с белыми лепестками гибриды первого поколения были пурпурными. От этих гибридов было получено потомство, в котором $9/16$ растений было с пурпурными цветками, а $7/16$ — с белыми. Каким типом наследования объясняются полученные результаты?

- а) полимерией;
- б) комплементарностью;
- в) плейотропией;
- г) эпистазом.

1.19. Изменчивость, ее виды и биологическое значение

Изменчивость — это всеобщее свойство живых систем, связанное с вариациями фенотипа и генотипа, возникающими под влиянием внешней среды или в результате измене-

ний наследственного материала. Различают наследственную и ненаследственную изменчивость.

Наследственная изменчивость бывает комбинативной, мутационной, неопределенной.

Комбинативная изменчивость возникает в результате новых сочетаний генов в процессе полового размножения, кроссинговера и других процессов, сопровождающихся рекомбинациями генов. В результате комбинативной изменчивости возникают организмы, отличающиеся от своих родителей по генотипам и фенотипам.

Мутационная изменчивость связана с изменениями последовательности нуклеотидов в молекулах ДНК, выпадения и вставок крупных участков в молекулах ДНК, изменений числа молекул ДНК (хромосом). Сами подобные изменения называют *мутациями*. Мутации наследуются.

Мутации выделяют:

- **генные**, вызывающие изменения конкретного гена. Генные мутации бывают как доминантными, так и рецессивными. Они могут поддерживать или, наоборот, угнетать жизнедеятельность организма;

- **генеративные**, затрагивающие половые клетки и передающиеся при половом размножении;

- **соматические**, не затрагивающие половые клетки. У животных не наследуются, а у растений наследуются при вегетативном размножении;

- **геномные** (полиплоидия и гетероплоидия), связанные с изменением числа хромосом в кариотипе клеток;

- **хромосомные**, связанные с перестройками структуры хромосом, изменением положения их участков, возникшего в результате разрывов, выпадением отдельных участков и т.д. Наиболее распространены генные мутации, в результате которых происходит изменение, выпадение или вставка нуклеотидов ДНК в гене. Мутантные гены передают к месту синтеза белка уже иную информацию, а это, в свою очередь, ведет к синтезу других белков и возникновению новых признаков. Мутации могут возникать под влиянием радиации, ультрафиолетового излучения, различных химических агентов. Не все мутации оказываются эффективными. Часть их исправляется при репарациях ДНК. Фенотипически мутации про-

являются в том случае, если они не привели к гибели организма. Большинство генных мутаций носят рецессивный характер. Эволюционное значение имеют фенотипически проявившиеся мутации, либо обеспечившие особям преимущества в борьбе за существование, либо, наоборот, повлекшие их гибель под давлением естественного отбора.

Мутационный процесс повышает генетическое разнообразие популяций, что создает предпосылки для эволюционного процесса.

Частоту мутаций можно повышать искусственно, что используют в научных и практических целях.

Ненаследственная изменчивость

Ненаследственная, или групповая (определенная), или модификационная изменчивость — это изменения фенотипа под влиянием условий внешней среды. Модификационная изменчивость не затрагивает генотип особей. Пределы, в которых может изменяться фенотип, определяются генотипом. Эти пределы называют нормой реакции. Норма реакции устанавливает границы, в которых может изменяться конкретный признак. Разные признаки обладают разной нормой реакции — широкой или узкой. Так, например, изменчивость глаза млекопитающих невелика и обладает узкой нормой реакции. Удойность коров может варьировать в довольно широких пределах в зависимости от условий содержания породы.

На фенотипические проявления признака влияет совокупное взаимодействие генов и условий внешней среды. Степень проявления признака называют экспрессивностью. Частота проявления признака (%) в популяции, где все ее особи несут данный ген, называют пенетрантностью. Гены могут проявляться с разной степенью экспрессивности и пенетрантности. Например, ген облысения может проявляться с пенетрантностью 100% или 50%, что зависит от конкретных условий среды, количества и взаимодействия генов, ответственных за развитие признака.

Модификационные изменения не наследуются в большинстве случаев, но не обязательно носят групповой харак-

тер и не всегда проявляются у всех особей вида, находящихся в одинаковых условиях среды. Модификации обеспечивают приспособленность особи к этим условиям.

Вопросы и задания

1. Какие из перечисленных процессов характерны для генных мутаций:

- а) изменение числа хромосом;
- б) разрыв хромосом на фрагменты;
- в) увеличение числа нуклеотидов в ДНК;
- г) неравномерное распределение хромосом по гаметам;
- д) замена аминокислоты в молекуле белка;
- е) возникновение трисомии?

2. Какие из названных изменений относят к наследственным:

- а) болезнь Дауна;
- б) повышение яйценоскости кур при улучшении ухода;
- в) появление красных глаз у дрозофилы;
- г) изменение роста растений при пересадке с равнины в горы?

3. Выберите правильные утверждения:

- а) все мутации наследуются из поколения в поколение;
- б) все мутации проявляются фенотипически;
- в) генные мутации приводят к изменению аминокислотного состава белков;
- г) гетероплоидия может привести к гибели организма;
- д) мутации соматических клеток передаются по наследству;
- е) характер модификационных изменений зависит только от влияния внешней среды.

1.20. Основные методы генетики. Ее значение для медицины и сельского хозяйства

Методы генетики человека

Генеалогический — метод составления родословных по различным источникам — рассказам, фотографиям, картинам. Выясняют признаки предков и устанавливают типы наследования этих признаков.

Типы наследования:

- а) аутосомно-доминантное;
- б) аутосомно-рецессивное;
- в) сцепленное с полом.

Человека, в отношении которого составляется родословная, называют пробандом.

Близнецовый — метод изучения генетических закономерностей на близнецах. Близнецы бывают однояйцевые (монозиготные, идентичные) и разнояйцевые (дизиготные, неидентичные).

Цитогенетический — метод микроскопического изучения хромосом человека. Позволяет выявить генные и хромосомные мутации.

Биохимический — метод, который на основе биохимического анализа позволяет выявить гетерозиготного носителя заболевания, например, носителя гена фенилкетонурии можно выявить по повышенной концентрации фенилаланина в крови.

Популяционно-генетический — этот метод позволяет составить генетическую характеристику популяции, оценить степень концентрации различных аллелей и меру их гетерозиготности. Для анализа крупных популяций применяют закон Харди-Вайнберга.

Медицинская генетика — раздел антропогенетики, изучающий наследственные заболевания человека, их происхождение, диагностику, лечение и профилактику. Основным средством сбора информации о больном является медико-генетическое консультирование. Его проводят в отношении лиц, у которых среди родных наблюдались наследственные заболевания. Цель — прогноз вероятности рождения детей с патологиями либо исключение возникновения патологий.

Этапы консультирования:

- а) выявление носителя патогенного аллеля;
- б) расчет вероятности рождения больных детей;
- в) сообщение результатов исследования будущим родителям, родственникам.

Наследственные заболевания, передаваемые потомкам:

- **генные аутосомные** — фенилкетонурия, сахарный диабет, полидактилия и др.;
- **генные, сцепленные с X-хромосомой**, — гемофилия, дальтонизм;
- **генные, сцепленные с Y-хромосомой**, — гипертрихоз (оволосение ушной раковины);
- **хромосомные** — связанные с мутациями хромосом, например синдром кошачьего крика;
- **геномные** — поли- и гетероплоидия — изменение числа хромосом в кариотипе организма.

Полиплоидия — двукратное и более увеличение числа гаплоидного набора хромосом в клетке. Возникает в результате нерасхождения хромосом в мейозе, удвоения хромосом без последующего деления клеток, слияния ядер соматических клеток.

Гетероплоидия (анеуплоидия) — изменение характерного для данного вида числа хромосом в результате их неравномерного расхождения в мейозе. Проявляется в появлении лишней хромосомы (трисомия по 21 хромосоме ведет к болезни Дауна) или отсутствии в кариотипе гомологичной хромосомы (моносомия). Например, отсутствие второй X-хромосомы у женщин вызывает синдром Тернера, проявляющийся в физиологических и умственных нарушениях. Иногда встречается полисомия.

Генетика и селекция

Селекция — деятельность, направленная на создание новых сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов с устойчивыми наследственными признаками, полезными для человека. Теоретической основой селекции является генетика.

Задачи селекции:

- **качественное улучшение признака;**
- **повышение урожайности и продуктивности;**
- **повышение устойчивости к вредителям, заболеваниям, климатическим условиям.**

Методы селекции:

• **искусственный отбор** — сохранение необходимых человеку организмов и устранение, выбраковка других, не отвечающих целям селекционера. Селекционер ставит задачу, подбирает родительские пары, производит отбор потомства, проводит серию близкородственных и отдаленных скрещиваний, затем проводит отбор в каждом последующем поколении. Искусственный отбор бывает индивидуальным и массовым;

• **гибридизация** — процесс получения новых генетических комбинаций у потомства для усиления или нового сочетания ценных родительских признаков;

• **инбридинг** — близкородственная гибридизация, применяется для выведения чистых линий. Недостаток — угнетение жизнеспособности;

• **аутбридинг** — отдаленная гибридизация, сдвигает норму реакции в сторону усиления признака, появление гибридной мощности (гетерозиса). Недостаток — нескрещиваемость полученных гибридов.

Преодоление стерильности межвидовых гибридов. Полиплоидия

Г. Д. Карпеченко в 1924 г. обработал колхицином стерильный гибрид капусты и редьки. Колхицин вызвал нерасхождение хромосом гибрида при гаметогенезе. Слияние диплоидных гамет привело к получению полиплоидного гибрида капусты и редьки (капредьки).

Эксперимент Г. Карпеченко можно проиллюстрировать следующей схемой.

До действия колхицином:

P_1	АА	×	ВВ
	капуста		редька
Гаметы	А		В
F_1	АВ		
	стерилен		

После действия колхицином и искусственного удвоения хромосом:

P_1	AA капуста	×	BB редька
	колхицинирование		
Гаметы	AA		BB
F_1	AABB		
	межвидовой плодовой гибрид		

Методы работы И.В. Мичурина

И.В. Мичурин, отечественный селекционер, вывел около 300 сортов плодовых деревьев, сочетавших в себе качества южных плодов и неприхотливость северных растений.

Основные методы работы ученого:

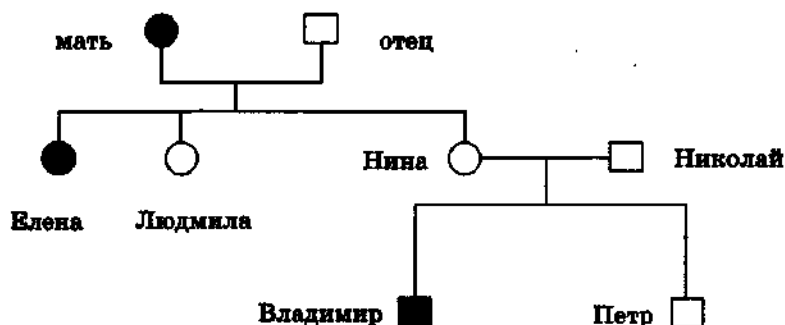
- отдаленная гибридизация географически отдаленных сортов;
- строгий индивидуальный отбор;
- «воспитание» гибридов суровыми условиями выращивания;
- «управление доминированием» с помощью метода ментора — прививки гибрида ко взрослому растению, передающему свои качества выводимому сорту.

Преодоление нескрещиваемости при отдаленной гибридизации:

- метод предварительного сближения — прививка черенка. Черенок одного вида (рябины) прививали на крону груши. Через несколько лет цветки рябины опылялись пылью груши. Так был получен гибрид рябины и груши;
- метод посредника — двухступенчатая гибридизация. Миндаль был скрещен с полукультурным персиком Давида, а затем полученный гибрид был скрещен с культурным сортом. Получили «Северный персик»;
- опыление смешанной пылью (своей и чужой). Примером является получение церападуса — гибрида вишни и черемухи.

Вопросы и задания

1. Назовите основные методы генетики человека.
2. В каких случаях медико-генетическое консультирование считается необходимым?
3. Почему нежелательны близкородственные браки?
4. Каким образом Г. Д. Карпеченко добился плодовитости гибрида капусты и редьки?
5. В настоящее время в селекции применяют:
 - а) естественный отбор;
 - б) бессознательный искусственный отбор;
 - в) сознательный искусственный отбор;
 - г) все указанные виды отбора.
6. В растениеводстве чистая линия — это:
 - а) потомство, полученное перекрестным опылением;
 - б) потомство одной самоопыляющейся особи;
 - в) гетерозисное потомство.
7. Одним из эффектов, сопровождающих получение чистых линий, является:
 - а) повышение плодовитости и жизнеспособности организма;
 - б) бесплодие потомства;
 - в) снижение жизнеспособности.
8. Женщина со вздорным характером вышла замуж за человека с мягким характером. От этого брака родились три дочери (Елена, Людмила, Нина), у одной из которых был вздорный характер. Одна из дочерей с мягким характером (Нина) вышла замуж за человека с таким же характером. У них было два сына, один из которых был скандалистом, а другой мягким человеком. Укажите на родословной этой семьи генотипы всех ее членов:



9. Какова вероятность рождения вздорного ребенка от брака Петра с женщиной, имеющей мягкий характер, при условии, что Петр гомозиготен?

- а) 0%;
- б) 25%;
- в) 100%;
- г) 75%.

1.21. Клеточная и генная инженерия. Биотехнология

Клеточная инженерия — это направление в науке и селекционной практике, которое изучает методы гибридизации соматических клеток, принадлежащих разным видам, возможности клонирования тканей или целых организмов из отдельных клеток.

Одним из распространенных методов селекции растений является метод гаплоидов — получения полноценных гаплоидных растений из спермиев или яйцеклеток.

Получены гибридные клетки, совмещающие свойства лимфоцитов крови и опухолевых, активно размножающихся клеток. Это позволяет быстро и в нужных количествах получать антитела.

Культура тканей — применяется для получения в лабораторных условиях растительных или животных тканей, а иногда и целых организмов. В растениеводстве используют для ускоренного получения чистых диплоидных линий после обработки исходных форм колхицином.

Вегетативное размножение — применяют для сохранения сортов декоративных и культурных, овощных и плодовых растений.

Генная инженерия — искусственное, целенаправленное изменение генотипа микроорганизмов с целью получения культур с заранее заданными свойствами.

Основной метод генной инженерии — выделение необходимых генов, их клонирование и введение в новую генетическую среду. Метод включает следующие этапы работы:

- а) выделение гена;
- б) его объединение с молекулой ДНК клетки, которая сможет воспроизводить донорский ген в другой клетке (включение в плазмиду) — кольцевую ДНК;

в) введение плазмиды в геном бактериальной клетки — реципиента;

г) отбор необходимых бактериальных клеток для практического использования;

д) исследования в области генной инженерии распространяются не только на микроорганизмы, но и на человека. Они особенно актуальны при лечении болезней, связанных с нарушениями в иммунной системе, в системе свертывания крови, в онкологии.

Биотехнология — процесс использования живых организмов и биологических процессов в производстве лекарств, удобрений, средств биологической защиты растений; для биологической очистки сточных вод, для биологической добычи ценных металлов из морской воды и т.д.

Включение в геном кишечной палочки гена, ответственного за образование у человека инсулина, позволило наладить промышленное получение этого гормона.

Перспективы генной инженерии и биотехнологии:

- создание организмов, полезных для человека;
- получение новых лекарственных препаратов;
- коррекция и исправление генетических патологий.

Вопросы и задания

1. Почитайте дополнительную литературу о методах генетической инженерии и биотехнологии.

2. К какому из направлений относится получение антибиотиков с помощью микроорганизмов?

3. Какую роль в генной инженерии может играть экспрессия вводимого гена?

Эволюция

Органическая эволюция — это исторический процесс приспособительных преобразований живой природы на всех уровнях организации живого, характеризующийся необратимостью и общей прогрессивной направленностью. В основе эволюционного процесса лежит отбор случайных наследственных изменений генетической информации, обеспечиваю-

щих организмам преимущественные возможности для выживания и размножения в определенных условиях среды. Эти изменения, проявившиеся фенотипически, подхватываются естественным отбором, сохраняются и усиливаются в процессе филогенеза. Изменения, снижающие жизнеспособность организмов и видов, отсеиваются.

Создателем первой эволюционной теории был Жан Баптист Ламарк, отстаивавший идею изменяемости видов и их целенаправленного развития от простых форм к сложным. Однако присвоение организмам внутреннего стремления к прогрессу (цели), а также утверждения о наследовании признаков, приобретенных в течение жизни особи, оказались не подтвержденными последующими исследованиями. Ошибочной оказалась и мысль о прямом, всегда адекватном, влиянии внешней среды на организм и его целесообразной реакции на это влияние. Заслуга развития эволюционных представлений и создания целостной теории эволюции принадлежит Ч. Дарвину и А. Уоллесу, обосновавшим принцип естественного отбора, выявившим механизмы и причины эволюции.

1.22. Ч. Дарвин о причинах эволюции. Доказательства эволюции

Дарвинизм — наука об историческом развитии живой природы, основанная на воззрениях Ч. Дарвина.

Эволюционная теория — наука о причинах, общих закономерностях и механизмах эволюционного процесса.

Чарльз Роберт Дарвин и Альфред Уоллес независимо друг от друга обосновали идею естественного отбора на основе борьбы за существование.

Основные положения дарвинизма:

- эволюционный процесс реален, определяется условиями существования и проявляется в образовании новых, приспособленных к этим условиям, особей, видов и более крупных систематических таксонов;

- основные эволюционные факторы: наследственная изменчивость и естественный отбор;
- естественный отбор играет роль направляющего фактора эволюции (творческую роль);
- предпосылки естественного отбора: избыточный репродуктивный потенциал, наследственная изменчивость и изменение условий существования.

Естественный отбор является следствием борьбы за существование, которая подразделяется на внутривидовую, межвидовую и борьбу с условиями окружающей среды.

Результаты естественного отбора:

- сохранение любых адаптаций, обеспечивающих выживание и воспроизводство потомства;
- дивергенция — процесс генетического и фенотипического расхождения групп особей по отдельным признакам и образования новых видов;
- прогрессивная эволюция органического мира.

Движущие силы эволюции, согласно Дарвину, — наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный отбор.

Доказательства эволюции

1. Сравнительно-анатомические доказательства основаны на выявлении общих и отличных морфологических и анатомических особенностей строения различных групп организмов.

К анатомическим доказательствам эволюции относят:

- наличие гомологичных органов, имеющих общий план строения, развивающихся из сходных зародышевых листков в эмбриогенезе, но приспособленных к выполнению разных функций (рука — ласт — крыло птицы): Различия в строении и функциях возникают в результате дивергенции;
- наличие аналогичных органов, имеющих различное происхождение в эмбриогенезе, различное строение, но выполняющих сходные функции (крыло птицы и крыло бабочки). Сходство функций возникает в результате конвергенции;
- наличие рудиментов и атавизмов.

Рудименты — органы, утратившие свое функциональное значение (копчик, ушные мышцы).

Атавизмы — случаи проявления признаков дальних предков (хвост и волосатое тело у человека, остатки второго и третьего пальцев на ногах у лошади);

- существование переходных форм.

2. Эмбриологические доказательства. Эмбриология изучает закономерности эмбрионального развития и устанавливает:

- филогенетическое родство организмов;
- филогенетические ряды;
- закономерности филогенеза.

Полученные данные отразились в законах зародышевого сходства К.М. Бэра и в биогенетическом законе Э. Геккеля и Ф. Мюллера.

Закон Бэра устанавливает сходство ранних стадий развития эмбрионов представителей разных классов в пределах типа. На более поздних стадиях эмбрионального развития это сходство утрачивается, а развиваются наиболее специализированные признаки таксона, вплоть до индивидуальных признаков особи.

Биогенетический закон Мюллера — Геккеля утверждает, что онтогенез — это краткое повторение филогенеза. В процессе эволюции онтогенез может перестраиваться, что приводит к эволюции органов взрослого организма.

В онтогенезе повторяются только зародышевые стадии предков, и не всегда полностью. Иногда на ранней стадии развития организмы могут достичь половозрелости, не проходя последующих стадий, как, например, это происходит у аксолотлей — личинок тигровой амбистомы.

3. Палеонтологические доказательства — позволяют описывать события древнейшей истории по ископаемым остаткам организмов. К палеонтологическим доказательствам относят выстроенные палеонтологами филогенетические ряды лошади, хоботных, человека.

Переходные формы — указывают на филогенетическую

преимущество при переходе от предковых форм к современным и от класса к классу. Например, в типе хордовых к переходным формам от рыб к земноводным относят *ихтиостега*, от земноводных к пресмыкающимся — *сеймурию*.

4. Молекулярные доказательства. Единство органического мира проявляется в химическом составе, тончайшем строении и основных жизненных процессах, протекающих в организмах разных системных групп.

В последнее время многие авторы, в прошлом — воинствующие атеисты, стали не менее воинствующими клерикалами и договорились до того, что дарвинизм как научная теория — бессмыслен. Вместо того чтобы признать недостаточным уровень развития современной науки для понимания причин возникновения Земли и жизни на ней, они отстаивают идею сотворения мира, не приводя никаких сколько-нибудь серьезных аргументов. Теория Дарвина действительно несовершенна, но именно она вместе с современной генетикой позволяет более или менее аргументированно объяснить причины возникновения разнообразия органического мира и приспособленности организмов к окружающей среде.

Вопросы и задания

1. В природе виды, живущие на разных островах, не скрещиваются, а в неволе дают потомство, что согласуется с положением теории Дарвина:

- а) о борьбе за существование;
- б) о постепенном расхождении в признаках;
- в) о неограниченных возможностях размножения;
- г) о выживании наиболее приспособленных.

2. Какой из перечисленных фактов в большей степени доказывает родство между всеми существующими организмами:

- а) наличие сходных белков у разных организмов;
- б) общность строения кровеносной системы млекопитающих;
- в) способность к полету насекомых и птиц;
- г) развитие насекомых с метаморфозом?

3. Строение и физиология эвглены зеленой доказывает прежде всего факт:

а) происхождения многоклеточных организмов от одноклеточных;

б) существования организмов, способных дать начало нескольким систематическим группам;

в) происхождения животных от растений;

г) одновременного происхождения растений и животных.

4. Гомологичными органами являются:

а) крыло птицы и крыло бабочки;

б) крыло летучей мыши и крыло птицы;

в) ласты кита и клешня рака;

г) хобот слона и губа мухи.

5. Чем объяснить значительные различия между фаунами Африки и Мадагаскара?

а) различиями в климате;

б) размерами территории;

в) давней обособленностью территорий;

г) разными механизмами эволюции.

6. Какой из фактов доказывает общность между всеми живыми организмами на Земле?

а) наличие ископаемых форм животных и растений;

б) универсальность генетического кода;

в) сходство между человеком и человекообразными обезьянами;

г) наличие атавизмов и рудиментов.

1.23. Вид, его критерии и структура.

Популяция

Вид — это совокупность особей, занимающих определенную территорию, имеющих общее происхождение, наследственное сходство морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство.

Во многих случаях приходится решать, принадлежат ли два организма (или две группы организмов) к одному виду или к разным видам. Заключение об этом можно вынести на основании *критериев вида*.

Критерии вида:

- морфологический — особи, принадлежащие к одному виду, похожи друг на друга по своему внешнему строению;
- физиологический — особи, принадлежащие к одному виду, похожи друг на друга по многим особенностям жизнедеятельности;
- биохимический — особи, принадлежащие к одному виду, содержат сходные белки;
- генетический — особи, принадлежащие к одному виду, имеют одинаковый кариотип;
- экологический — особи одного вида ведут сходный образ жизни в близких условиях среды;
- географический — вид распространен на определенной территории (ареале).

Критерий скрещивания — особи, принадлежащие к одному виду, скрещиваются друг с другом в природе и дают плодовитое потомство.

Наиболее существен для определения принадлежности особей к разным видам критерий скрещивания. Однако ни один критерий не может быть исчерпывающим. Только на основании совокупности критериальных признаков можно провести различия между близкими видами.

Популяция — устойчивая, совместно обитающая в течение ряда поколений совокупность особей одного вида. Популяция — элементарная эволюционная единица. Минимальная популяция — две разнополых особи. Особи, входящие в состав одной популяции, могут рождаться и умирать, а популяция при этом будет продолжать существовать.

Скрещивание между особями одной популяции происходит гораздо чаще, чем между особями разных популяций. Тем самым обеспечивается свободный генетический обмен между членами популяции.

Под влиянием внешних факторов происходит изменение генетического состава популяции. Длительное и направленное изменение генофонда популяции называют элементарным эволюционным явлением.

Факторы, вызывающие эволюционный процесс в популяциях, называют элементарными эволюционными факторами.

К таким факторам относят:

- **мутации** — являются причиной генетической разнородности популяций. Они поставляют эволюционный материал. Совокупность рецессивных мутаций в генотипах особей популяции образует резерв наследственной изменчивости (С.С. Четвериков), который при изменении условий существования, изменении численности популяции может фенотипически проявиться и попасть под действие естественного отбора;

- **популяционные волны** — периодические колебания численности особей популяции, возникающие в результате резкой смены действия какого-либо из факторов среды (например, недостаток пищи, стихийные бедствия и др.). После прекращения действия этих факторов численность популяции снова возрастает. Оставшиеся в живых особи могут оказаться ценными в генетическом отношении. Изменения частот встречаемости определенных генов могут привести к изменению популяции;

- **изоляция** — бывает пространственной (географической) и биологической (экологической, физиологической, репродуктивной);

- **естественный отбор** — фактор, определяющий возможности выживания и размножения особей, а следовательно, сохранения и эволюции вида. Отбор действует на отдельные фенотипы, тем самым отбирая определенные генотипы.

Вопросы и задания

1. Кто из перечисленных организмов не может эволюционировать:

- а) самка пчелы;
- б) группа рыжих тараканов;
- в) стая голубей;
- г) семья человека?

2. Основной причиной для выделения группы особей в популяцию является:

- а) внешние отличия членов группы друг от друга;

- б) внутренние отличия членов группы друг от друга;
- в) длительная изоляция групп друг от друга;
- г) индивидуальные генетические различия между особями.

3. Особи двух популяций одного вида:

- а) могут скрещиваться и давать плодовитое потомство;
- б) могут скрещиваться, но плодовитого потомства не дают;
- в) не могут скрещиваться;
- г) в неволе скрещиваются, а на свободе — нет.

4. Какой из факторов может повлиять на прекращение обмена генами между популяциями?

- а) ограниченность территории, занимаемой популяциями;
- б) изоляция ареалов;
- в) различия в характере пищи;
- г) климат.

5. Основные критерии возникновения нового вида:

- а) появление внешних различий между особями;
- б) географическая изоляция популяций;
- в) репродуктивная изоляция популяций;
- г) репродуктивный потенциал.

1.24. Основные направления эволюционного процесса

Биологическая эволюция — это не только возникновение приспособлений, это и появление принципиально более сложных форм жизни. Поэтому наряду с проблемой формирования приспособлений в эволюционной теории стоит проблема прогрессивной эволюции. Анализ проблемы прогрессивной эволюции осуществил российский ученый А. Н. Северцов.

Прежде всего Северцов предложил различать биологический прогресс и морфофизиологический прогресс.

Биологический прогресс — это просто определенный успех той или иной группы живых организмов в жизни: высокая численность, большое видовое разнообразие, широкая область распространения.

Морфофизиологический прогресс — это появление качественно новых, более сложных форм жизни в присутствии уже

существующих, вполне сформировавшихся групп. Так, например, многоклеточные организмы появились в мире, населенном одноклеточными, а млекопитающие и птицы — в мире, населенном рептилиями.

Северцов отмечал, что морфофизиологический прогресс не является обязательным условием для биологического прогресса. Преуспеть в жизни можно и за счет каких-то частных приспособлений, а иногда и за счет упрощения устройства, которое мы вправе считать морфофизиологическим регрессом.

По мнению Северцова, биологический прогресс может быть достигнут тремя путями:

1) путем морфофизиологического прогресса и приобретения особенностей строения, выводящих ту или иную группу организмов на качественно новый уровень (ароморфозов);

2) путем приобретения частных приспособлений (идиоадаптаций), не носящих принципиального характера, но позволяющих преуспеть в определенной, более или менее узкой среде;

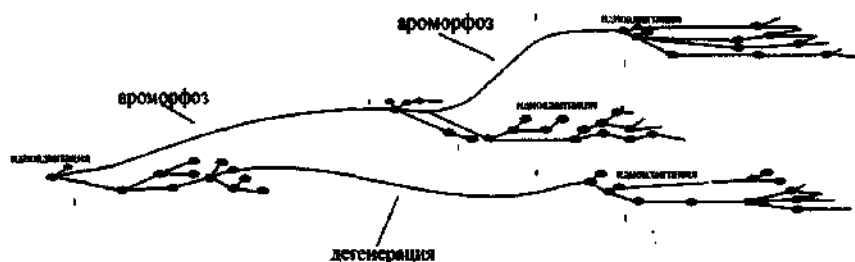


Рис. 21. Схема соотношений между ароморфозом, идиоадаптацией и дегенерацией (по А. Н. Северцову)

3) путем перехода в более простую среду и потери уже существующих приспособлений (дегенерация).

Примерами ароморфозов могут служить: многоклеточность, конечности насекомых, кровеносная система, теплокровность и т.д.

Примерами идиоадаптаций могут служить: длинная шерсть, копыта, покровительственная окраска и т.д.

Примерами дегенераций могут служить: потеря кишечника ленточными червями, потеря стебля у ряски.

Наряду с понятием «биологический прогресс» используют понятие «биологический регресс». Биологическим регрессом называют сокращение численности, видового разнообразия, области распространения той или иной группы живых организмов. Предельным случаем биологического регресса является вымирание той или иной группы организмов.

Вопросы и задания

1. Распределите перечисленные явления по их принадлежности (А — ароморфоз, Б — идиоадаптация, В — дегенерация):

- а) ячеистые легкие у рептилий;
- б) первичная кора головного мозга у рептилий;
- в) голый хвост у бобра;
- г) отсутствие конечностей у змей;
- д) отсутствие корней у повилики;
- е) возникновение перегородки в желудочке сердца у рептилий;
- ж) молочные железы у млекопитающих;
- з) образование ластов у моржей;
- и) отсутствие кровеносной системы у цепней;
- к) отсутствие потовых желез у собак.

2. Какое из утверждений является правильным:

- а) дегенерация не бывает прогрессивной;
- б) дегенерация ведет к морфофизиологическому прогрессу;
- в) дегенерация всегда приводит к вымиранию вида;
- г) дегенерация ведет к биологическому прогрессу?

1.25. Синтетическая теория эволюции

Синтетическая теория эволюции возникла на основе данных сравнительной анатомии, эмбриологии, палеонтологии, генетики, биохимии, географии. Основой синтетической теории эволюции являются представления Ч. Дарвина о роли естественного отбора и представления современной генетики.

Основные положения синтетической теории эволюции:

- элементарным эволюционным материалом являются мутации;
- элементарная эволюционная структура — популяция;
- элементарный эволюционный процесс — направленное изменение генофонда популяции;
- естественный отбор — направляющий фактор эволюции;
- в природе происходят два условно выделенных процесса, имеющих одинаковые механизмы, — микро- и макроэволюция. Микроэволюция — это изменение популяций и видов, макроэволюция — это появление и изменение крупных систематических групп.

Мутационный процесс

В результате мутаций появляются новые аллели. Так как мутации преимущественно рецессивны, они накапливаются в гетерозиготах. При свободном скрещивании двух гетерозигот рецессивные аллели переходят в гомозиготное состояние с вероятностью 25% и подвергаются действию естественного отбора. Особи, не обладающие селективными преимуществами, выбраковываются. В крупных популяциях степень гетерозиготности выше, поэтому многочисленные популяции лучше приспосабливаются к условиям среды. В небольших популяциях неизбежен инбридинг, а следовательно, повышение гомозиготности популяции. Это в свою очередь грозит болезнями и вымиранием. Но с другой стороны, только в малых популяциях вероятность появления гомозиготы по рецессивным мутациям, на которые действует отбор, — выше.

Движущий естественный отбор приводит к смещению нормы реакции организма в сторону изменчивости признака в изменяющихся условиях среды.

Стабилизирующий естественный отбор сужает норму реакции в стабильных условиях среды.

Дизруптивный отбор происходит в том случае, если на одной территории существует неоднородная среда. Организмы, по-разному приспособленные к этим условиям, выживают за счет элиминации (отсева) особей со средней нормой реакции. На океанических островах выживают как бескрылые насеко-



Рис. 22. Формы естественного отбора

мые, так и насекомые с хорошо развитыми крыльями, помогающими противостоять ветрам. Насекомые с недостаточно развитыми крыльями погибают, так как их ветер уносит в океан.

Половой отбор обеспечивает развитие репродуктивных функций, поведения, морфофизиологических особенностей.

Микроэволюция — внутривидовой процесс, происходящий на уровне популяции, приводящий к изменению ее генофонда. Необходимым условием является изоляция — географическая и экологическая. Результат микроэволюции — репродуктивная изоляция.

Макроэволюция — процесс, происходящий в исторически длительные периоды. Приводит к образованию более крупных, чем вид, таксонов — родов, семейств, отрядов, классов и т.д. Считается, что механизмы макроэволюции те же, что и у микроэволюции.

Видообразование — процесс образования новых разновидностей и видов, репродуктивно изолированных от первоначальной популяции. Разделяют аллопатрическое и симпатрическое видообразование.

Аллопатрическое (географическое) видообразование начинается в популяциях пространственно изолированных от других популяций данного вида. Так как из-за пространственной изоляции между ними не происходит генетического обмена, то возникает дивергенция признаков, приводящая к образованию новых видов, репродуктивно изолированных друг от друга.

Симпатрическое (экологическое) видообразование происходит внутри популяции. Если особи данной популяции в силу генотипических и фенотипических различий окажутся приспособленными к разным экологическим условиям, то между ними может возникнуть репродуктивная изоляция. Кроме того, новые виды могут возникать в результате полиплоидии или межвидовой гибридизации у растений.

Эволюционный процесс в целом обладает следующими особенностями:

- прогрессивность;
- непредсказуемость;
- необратимость;
- неравномерность.

Таким образом, синтетическая теория эволюции объединила в себе дарвинизм и современные представления о развитии органического мира.

Вопросы и задания

1. Что является исходным материалом для видообразования?

- а) изоляция;
- б) мутации;
- в) популяционные волны;
- г) модификации.

2. Географическая и экологическая изоляции — это:

- а) фактор эволюционного процесса;
- б) результат генетических различий между популяциями;
- в) причина возникновения различных мутаций в изолированных популяциях.

3. На какую из мутаций у млекопитающих давление стабилизирующего отбора будет сильнее:

- а) на мутацию, ведущую к небольшому увеличению средней массы потомства;
- б) на мутацию, вызывающую увеличение количества грудного молока;
- в) на мутацию, ведущую к увеличению сроков беременности и выхаживания потомства?

4. Назовите формы естественного отбора и перечислите различия между ними.

5. В чем проявляется непредсказуемость и неравномерность эволюционного процесса?

1.26. Генетика и теория эволюции

Учение Дарвина обозначило ряд важнейших научных вопросов, ответы на которые были найдены благодаря генетике:

- какова биологическая природа наследственности;
- каковы механизмы изменчивости;
- реален ли вид и в чем сущность видообразования.

Ответы на эти вопросы до настоящего времени искали разные направления генетики, в том числе молекулярной и популяционной.

Вид состоит из популяций. Популяция — это относительно обособленная от других популяций данного вида структура, населяющая определенную часть ареала, с которой начинается эволюционный процесс. Половозрелые особи популяции свободно скрещиваются между собой, производя плодовитое потомство. Особи популяции обладают сходными экологическими, морфофизиологическими, генетическими параметрами.

Совокупность генотипов всех особей популяции составляет ее генофонд.

В естественной популяции генотипы особей неоднородны и отличаются той или иной степенью гетерозиготности. В таких популяциях действует естественный отбор.

Для решения теоретических вопросов эволюции используют представления об идеальной популяции: бесконечно большой группе особей, не претерпевающих мутаций, не эмигрирующих из популяции и не мигрирующих в нее извне. В такой идеальной популяции естественный отбор невозможен.

Идеальную популяцию описывает закон Харди — Вайнберга:

а) сумма частот аллелей одного гена есть величина постоянная:

$$p + q = 1;$$

$$A + a = 1.$$

б) сумма частот аллелей по каждому генотипу есть величина постоянная:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1;$$

$$AA + 2Aa + aa = 1.$$

Это уравнение показывает, что в мысленно идеальной популяции частоты аллелей и генотипов сохраняются на протяжении нескольких поколений, до тех пор, пока равновесие популяции не нарушится.

С помощью закона Харди — Вайнберга можно оценить генотипическую характеристику естественной популяции в определенный момент времени.

Например, наследственное заболевание человека — фенилкетонурия встречается в соотношении 1:10 000 и проявляется только у рецессивных гомозигот. Допустим, необходимо выяснить, каков процент рецессивного аллеля в популяции и каково соотношение между носителями и больными.

Так как известна частота рождения больных детей — $(aa) q^2 = 0,0001$, то частота аллеля $(a)q = 0,01$.

Частота доминантного аллеля вычисляется так:

$$p = 1 - q = 1 - 0,01 = 0,99;$$

$$2pq = 2 \cdot 0,99 \cdot 0,01 = 0,0198 \text{ (около 2\%)}.$$

Следовательно, носителей рецессивного аллеля (гетерозигот) в 200 раз больше, чем рожденных больных.

Идеи эволюционной теории и общей генетики объединены в работах С.С. Четверикова и Р. Фишера.

Вопрос

1. Какие из названных положений подтверждают, что популяция — это «единица эволюции»:

а) мутационный процесс начинается с отдельных особей популяции;

б) свободное скрещивание между особями одного вида возможно, только если популяции не изолированы друг от друга;

в) популяции одного вида отделены друг от друга в той или иной степени;

г) популяция, изолированная от других популяций вида, не подвержена давлению естественного отбора;

д) свободное скрещивание особей одного вида возможно прежде всего в пределах популяции;

е) географическая изоляция популяций приводит к закреплению новых наследственных изменений;

ж) у особей разных популяций вырабатываются приспособления к различным условиям среды;

з) различия между видами такие же, как и между изолированными популяциями;

и) вид не может быть единицей эволюции, так как его ареал, как правило, разорван?

1.27. Основные этапы эволюции растительного и животного мира

Эволюция растений

Первые живые организмы возникли примерно 3,5 млрд лет назад. Они, по-видимому, питались продуктами абиогенного происхождения и были гетеротрофами. Высокая скорость размножения привела к возникновению конкуренции за пищу, а следовательно, к дивергенции. Преимущество получили организмы, способные к автотрофному питанию, — сначала к хемосинтезу, а затем и к фотосинтезу. Около 1 млрд лет назад эукариоты разделились на несколько ветвей, от части которых возникли многоклеточные фотосинтезирующие организмы (зеленые, бурые и красные водоросли), а также грибы.

Основные условия и этапы эволюции растений:

- в протерозойской эре широко распространены одноклеточные аэробные организмы (цианобактерии и зеленые водоросли);
- образование почвенного субстрата на суше в конце силурийского периода;
- возникновение многоклеточности, которая делает возможным специализацию клеток в пределах одного организма;
- освоение суши псилофитами;
- от псилофитов в девонском периоде возникла целая группа наземных растений — мхов, плаунов, хвощей, папоротников, размножающихся спорами;

- от семенных папоротников в девоне произошли голосеменные растения. Возникшие необходимые для семенного размножения структуры (например, пыльцевая трубка) освободили половой процесс у растений от зависимости от водной среды. Эволюция шла по пути сокращения гаплоидного гаметофита и преобладания диплоидного спорофита;

- каменноугольный период палеозойской эры отличается большим разнообразием наземной растительности. Распространились древовидные папоротникообразные, образовавшие каменноугольные леса;

- в пермский период древние голосеменные стали господствующей группой растений. В связи с появлением засушливого климата исчезают гигантские папоротники, древовидные плауны;

- в меловом периоде начинается расцвет покрытосеменных, продолжающийся до сего дня.

Основные особенности эволюции растительного мира:

- а) переход к преобладанию диплоидного поколения над гаплоидным;

- б) развитие женского заростка на материнском растении;

- в) переход от сперматозоидов к выстреливанию мужского ядра через пыльцевую трубку;

- г) расчленение тела растений на органы, развитие проводящей сосудистой системы, опорных и защитных тканей;

- д) совершенствование органов размножения и перекрестного опыления у цветковых в связи с эволюцией насекомых;

- е) развитие семени для защиты эмбриона от неблагоприятных влияний внешней среды;

- ж) возникновение разнообразных способов распространения семян и плодов.

Эволюция животных

Самые древние следы животных относятся к докембрию (свыше 800 млн лет). Предполагается, что они произошли либо от общего ствола эукариот, либо от одноклеточных водорослей, подтверждением чего является существование эвг-

лены зеленой и вольвокса, способных как к автотрофному, так и к гетеротрофному питанию.

В кембрийском и ордовикском периодах преобладают губки, кишечнополостные, черви, иглокожие, трилобиты, появляются моллюски.

В ордовике появляются бесчелюстные рыбоподобные организмы, а в силуре — рыбы, обладавшие челюстями. От первых челюстноротых возникли лучеперые и кистеперые рыбы. Кистеперые имели в плавниках опорные элементы, из которых позже развились конечности наземных позвоночных. Из этой группы рыб возникли амфибии и затем другие классы позвоночных.

Наиболее древние амфибии — жившие в девоне ихтиостеги. Расцвет амфибий произошел в карбоне.

От амфибий ведут свое начало рептилии, завоевавшие сушу в пермском периоде, благодаря появлению механизма засасывания воздуха в легкие, отказу от кожного дыхания, появления покрывающих тело роговых чешуй и оболочек яиц, защищающих эмбрионы от высыхания и других воздействий среды. Среди рептилий предположительно выделилась группа динозавров, давшая начало птицам.

Первые млекопитающие появились в триасовом периоде мезозойской эры. Основные прогрессивные биологические особенности млекопитающих — вскармливание детенышей молоком, теплокровность, развитая кора головного мозга.

Особенности эволюции животного мира:

а) прогрессивное развитие многоклеточности и, как следствие, специализации тканей и всех систем органов;

б) свободноподвижный образ жизни, который определил выработку различных механизмов поведения, а также относительную независимость онтогенеза от колебаний факторов внешней среды. Развивались и совершенствовались механизмы внутренней саморегуляции организма;

в) возникновение твердого скелета: наружного у ряда беспозвоночных — иглокожих, членистоногих; внутреннего у

позвоночных. Преимущества внутреннего скелета заключаются в том, что он не ограничивает увеличение размеров тела.

Прогрессивное развитие нервной системы стало основой для возникновения системы условных рефлексов и совершенствования поведения.

Эволюция животных привела к развитию группового адаптивного поведения, что стало основанием для появления человека.

Вопросы и задания

1. Расставьте события, происходившие в архее и протерозое, в последовательности, соответствующей предположительному порядку их возникновения:

- а) появление фотосинтеза;
- б) появление прокариот;
- в) появление многоклеточных водорослей;
- г) появление свободного кислорода;
- д) появление членистоногих;
- е) появление моллюсков;
- ж) появление кольчатых червей.

2. Каким из перечисленных ниже ароморфозов сопровождался выход растений на сушу:

- а) появлением хлорофилла;
- б) возникновением многоклеточности;
- в) появлением проводящей ткани;
- г) возникновением семени?

3. Первые голосеменные растения появились:

- а) в протерозое;
- б) в мезозое;
- в) в палеозое;
- г) в кайнозое.

4. Расскажите об основных этапах развития органического мира, перечислив основные «приобретения» растений и животных.

5. Какая связь существует между завоеванием позвоночными суши и развитием нервной системы?

6. Какая связь существует между появлением цветка и расцветом насекомых?

7. Какие ароморфозы млекопитающих обеспечили им повсеместное распространение?

1.28. Антропогенез. Движущие силы. Роль законов общественной жизни в социальном поведении человека

Антропогенез — это процесс возникновения и эволюции человека.

Самый значительный вклад в решение проблемы антропогенеза сделал Ч. Дарвин в труде «Происхождение человека и половой отбор». Он обосновал эволюционное родство человека с высшими обезьянами. Эволюция человека как биологического вида проходила в пределах семейства гоминид (люди).

Гоминиды — вторая ветвь, отделившаяся от высших узконосых обезьян (гоминоидов). Первая ветвь — понгиды, или антропоморфные обезьяны: орангутан, горилла, шимпанзе.

Основные направления и результаты биологической эволюции человека:

- развитие прямохождения;
- освобождение верхней конечности хватательного типа;
- увеличение объема мозга и значительное развитие коры головного мозга;
- усложнение высшей нервной деятельности.

Социальные факторы в эволюции человека:

- использование, а затем создание орудий труда;
- необходимость адаптивного поведения в процессе становления общественного образа жизни;
- необходимость прогнозировать свою деятельность;
- необходимость воспитывать и обучать потомство, передавая ему накопленный опыт.

Движущие силы антропогенеза:

- индивидуальный отбор, направленный на морфофизиологические признаки — прямохождение, строение кисти, развитие мозга;
- групповой отбор, направленный на социальную организацию;
- биосоциальный отбор, результат совместного действия первых двух форм отбора. Действовал на уровне особи, семьи, племени.

В таблице 3 перечислены основные стадии антропогенеза и их временные границы.

Таблица 3

Временные границы	Этапы антропогенеза	Характерные черты развития
150 тыс. лет назад — наши дни	Неоантропы. Человек разумный	Тип современного человека. Возникновение общества. Одомашнивание растений и животных. Освоение и преобразование природной среды
300—40 тыс. лет	Палеоантроп. Неандерталец	Сочетал черты современного человека и антропидов. Объем мозга — 1200—1400 см ³ . Совершенствование изготовления орудий. Зачатки речи
1,5—0,3 млн лет	Архантропы: питекантроп, синантроп. Человек прямоходящий	Объем мозга — 800—1200 см ³ . Поддержание огня. Объем мозга — 500—600 см ³ . Изготовление орудий из гальки (галечная культура). Прямохождение. Использование предметов в качестве орудий охоты и защиты. Стадный образ жизни
Около 1,5 млн лет	Человек умелый	Древесный образ жизни. Неосознанное использование предметов. Стадность
5—1 млн лет	Стадия проантропа. Австралопитековые. Общие предки антропоморфных обезьян и гоминид	

Вопросы и задания

1. Соотнесите перечисленные признаки с их принадлежностью человекообразным обезьянам или человеку, а также общие для них признаки:

Человек	Человекообразные обезьяны	Общие признаки

- а) 46 хромосом в соматических клетках;
- б) объем мозга 1300 см³;
- в) развитые надбровные дуги;
- г) хватательный тип стопы;
- д) расширенный таз;
- е) наличие подбородочного выступа;
- ж) 48 хромосом в клетках;
- з) S-образный позвоночник с расширенной нижней частью;
- и) теплокровность;
- к) наличие плаценты;
- л) развитие жаберных щелей в эмбриогенезе;
- м) объем мозга до 500 см³.

2. Видовой признак человека:

- а) две пары конечностей;
- б) живорождение;
- в) 23 хромосомы в гаметах;
- г) наличие млечных желез.

3. Выберите из перечисленных признаков те, которые характерны для приматов, ведущих древесный образ жизни:

- а) прямохождение;
- б) пятипалые конечности с противопоставленным большим пальцем;
- в) наличие подвижной ушной раковины;
- г) вскармливание детенышей молоком;
- д) хорошее зрение, слух;
- е) развитые двигательные отделы головного мозга;
- ж) исчезновение хвоста;
- з) развитые клыки.

4. Какие признаки древнейших людей сближают их с современными людьми:

- а) объем мозга;
- б) скошенный подбородок;
- в) значительное развитие левого полушария;
- г) развитое мышление;
- д) сильно развитые надбровные дуги;
- е) превышение объема лицевой части черепа над мозговой;
- ж) забота о членах семьи?

1.29. Человеческие расы, единство их происхождения

Человеческие расы — это сложившиеся в процессе биологической эволюции группы людей внутри вида *Homo sapiens*. Принадлежность человека к той или иной расе определяется особенностями его генотипа и фенотипа. Представители разных рас принадлежат к одному и тому же виду и при скрещивании дают плодовитое потомство.

Существуют три расы: европеоидная (евразийская), экваториальная (австрало-негроидная), монголоидная (азиатско-американская). Причиной образования рас было географическое расселение и последующая географическая изоляция людей. Расовые признаки носили адаптивный характер, что в современном обществе утратило свое значение.

Часто используемые в политических целях утверждения о превосходстве одной расы над другой не имеют под собой никаких научных оснований.

От рас следует отличать «этнические общности»: национальности, нации и т.д. Принадлежность человека к той или иной этнической общности определяется не его генотипом и фенотипом, а освоенной им национальной культурой.

Вопросы и задания

1. Основные причины формирования разных рас — это:

- а) генетическая изоляция;
- б) различия в способностях людей;
- в) географическая изоляция;
- г) различия в скорости эволюции отдельных групп людей.

2. В настоящее время в любой части света можно встретить человеческие популяции или даже народы с низким уровнем цивилизации. В чем заключаются основные причины таких различий?

3. Почему расы нельзя считать разными видами?

4. Могут ли люди, принадлежащие к разным расам, входить в состав одной нации? Приведите примеры.

1.30. Экологические факторы, их влияние на организмы

Температурные, физико-химические, биологические элементы среды обитания, оказывающие постоянное или периодическое, прямое или косвенное влияние на организмы и популяции, называют *экологическими факторами*.

Экологические факторы подразделяют следующим образом:

- **абиотические** — температурные и климатические условия, влажность, химический состав атмосферы, почвы, воды, освещенность, особенности рельефа;
- **биотические** — живые организмы и непосредственные продукты их жизнедеятельности;
- **антропогенные** — человек и непосредственные продукты его хозяйственной и иной деятельности.

Основные абиотические факторы

1. Солнечная радиация: ультрафиолетовые лучи губительны для организма. Видимая часть спектра обеспечивает фотосинтез. Инфракрасные лучи повышают температуру окружающей среды и тела организмов.

2. Температура влияет на скорость реакций обмена веществ. Животных с постоянной температурой тела называют *гомойотермными*, а с переменной — *пойкилотермными*.

3. Влажность характеризуется количеством воды в среде обитания и внутри организма. Адаптации животных связаны с добыванием воды, запасанием жира как источника воды при окислении, с переходом к спячке в жару. У растений развиваются корневые системы, утолщается кутикула на листьях, уменьшается площадь листовой пластинки, редуцируются листья.

4. Климат — совокупность факторов, характеризующихся сезонной и суточной периодичностью, обусловленной вращением Земли вокруг Солнца и собственной оси. Адаптации животных выражаются в переходе к спячке в холодное время года, в оцепенении у пойкилотермных организмов. У рас-

тений адаптации связаны с переходом в состояние покоя (летнего или зимнего). При больших потерях воды ряд организмов впадает в состояние анабиоза — максимального замедления процессов обмена веществ.

5. Биологические ритмы — периодические колебания интенсивности действия факторов. Суточные биоритмы определяют внешние и внутренние реакции организмов на смену дня и ночи

Организмы адаптируются (приспосабливаются) к влиянию определенных факторов в процессе естественного отбора. Их адаптационные возможности определяются *нормой реакции* по отношению к каждому из факторов, как постоянно действующих, так и колеблющихся в своих значениях. Например, длина светового дня в конкретном регионе постоянна, а температура и влажность могут колебаться в достаточно широких пределах.

Экологические факторы характеризуются интенсивностью действия, оптимальностью значения (оптимумом), максимальным и минимальным значениями, в пределах которых возможна жизнь конкретного организма. Эти параметры для представителей разных видов различны.

Отклонение от оптимума какого-либо фактора, например снижение количества пищи, может сузить пределы выносливости птиц или млекопитающих по отношению к понижению температуры воздуха.

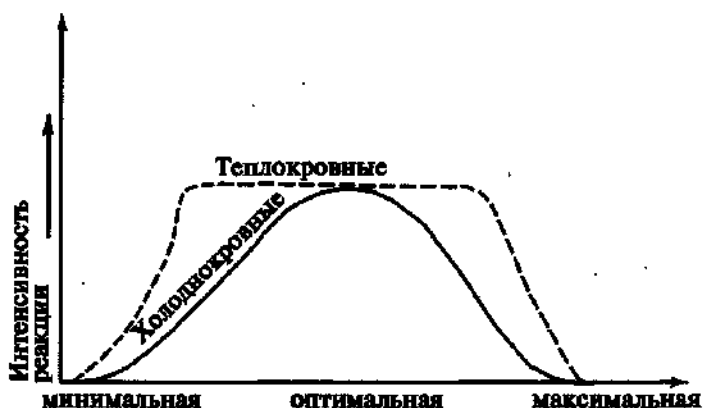
Фактор, значение которого в данный момент находится на пределах выносливости или выходит за них, называют ограничивающим.

Организмы, способные существовать в широких пределах колебания фактора, называют эврибионтами. Например, организмы, обитающие в условиях континентального климата, переносят широкие колебания температур. Такие организмы обычно имеют широкие ареалы распространения.

Организмы, обитающие в условиях постоянства какого-либо фактора или их совокупности, называют стенобионтами. Например, паразиты или симбионты. Ареал таких организмов ограничен.



А



Б

Рис. 23. Действие экологического фактора на живые организмы:
А — общая схема; Б — схема для теплокровных
и холоднокровных животных

Основные биотические факторы

Организмы одного вида вступают в различные по характеру отношения как друг с другом, так и с представителями других видов. Эти отношения соответственно подразделяют на внутривидовые и межвидовые.

Внутривидовые отношения проявляются во внутривидовой конкуренции за пищу, кров, самку, а также в особенностях поведения, иерархии отношений между членами популяции.

Межвидовые отношения:

- мутуализм — форма взаимовыгодных симбиотических отношений двух популяций разных видов;
- комменсализм — форма симбиоза, при которой отношения выгодны преимущественно для одного из двух видов, обитающих совместно (рыбы лосманы и акулы);
- кооперация — взаимовыгодное, но необязательное совместное существование двух видов (птицы, поедающие паразитов на шерсти копытных животных);
- паразитизм — форма межвидовых отношений, при которых один вид (паразит) получает пищу из организма другого вида (хозяина);
- хищничество — отношения, при которых особи одного вида убивают и поедают особей другого вида.

Антропогенные факторы связаны с деятельностью человека, под влиянием которой среда изменяется и формируется. Деятельность человека распространяется практически на всю биосферу: добыча полезных ископаемых, освоение водных ресурсов, развитие авиации и космонавтики сказываются на состоянии биосферы. В результате возникают разрушительные процессы в биосфере, к которым относятся загрязнение вод, «парниковый эффект», связанный с увеличением концентрации диоксида углерода в атмосфере, нарушения озонового слоя, «кислотные дожди» и т.д.

Вопросы и задания

1. В чем заключается действие абиотических факторов на организм?
2. От чего зависит степень приспособленности организма к действию абиотических факторов?
3. Биологическим оптимумом называют наилучшее сочетание:
 - а) биотических факторов;
 - б) абиотических факторов;
 - в) всех факторов;
 - г) антропогенных и биотических факторов.
4. Ограничивающим считают фактор:
 - а) значительно уклоняющийся от оптимума;

- б) наиболее приближенный по значению к оптимальному;
- в) равный нижнему значению оптимального.

5. Какой из факторов станет для бурых водорослей ограничивающим на больших глубинах:

- а) Содержание кислорода;
- б) количество углекислого газа;
- в) освещенность;
- г) температура воды?

1.31. Биогеоценоз

Биогеоценоз — совокупность совместно обитающих и взаимодействующих между собой и с неживой природой популяций разных видов, образующих сложную, саморегулирующуюся систему в относительно однородных условиях среды. Термин введен В.Н. Сукачевым.

В состав биогеоценоза входят: биотоп (неживая часть среды) и биоценоз (все виды организмов, населяющие биотоп).

Совокупность растений, обитающих в данном биогеоценозе, принято называть фитоценозом, совокупность животных — зооценозом, совокупность микроорганизмов — микробоценозом.

Характеристика биогеоценоза:

- биогеоценоз имеет естественные границы;
- в биогеоценозе взаимодействуют все экологические факторы;
- для каждого биогеоценоза характерен определенный круговорот веществ и энергии;
- биогеоценоз относительно устойчив во времени и способен к саморегуляции и саморазвитию в случае односторонних изменений биотопа. Смену биоценозов называют *сукцессией*.

Структура биогеоценоза:

- продуценты — растения, производящие органические вещества в процессе фотосинтеза;
- консументы — потребители готового органического вещества;

• редуценты — бактерии, грибы, а также питающиеся падалью и навозом животные, — разрушители органических веществ, преобразующие их в неорганические.

Перечисленные компоненты биогеоценоза составляют трофические уровни, связанные обменом и переносом питательных веществ и энергии.

Организмы разных трофических уровней образуют пищевые цепи, в которых вещества и энергия ступенчато передаются с уровня на уровень. На каждом трофическом уровне используется 5—10% энергии поступившей биомассы.

Пищевые цепи обычно состоят из 3—5 звеньев, например: растения—корова—человек; растения—божья коровка—синица—ястреб; растения—муха—лягушка—змея—орел.

Масса каждого последующего звена в пищевой цепи уменьшается примерно в 10 раз. Это правило называют *правилом экологической пирамиды*. Соотношения энергетических затрат могут отражаться в пирамидах чисел, биомассы, энергии.

Искусственные биоценозы, созданные людьми, занимающимися сельским хозяйством, называют агроценозами. Они обладают большой продуктивностью, но не обладают способностью к саморегуляции и устойчивости, так как зависят от внимания к ним человека.

Вопросы и задания

1. Пример биогеоценоза:

- а) фитоценоз;
- б) зоопарк;
- в) лес;
- г) гидросфера.

2. Основные поставщики энергии в сосновом лесу:

- а) бактерии;
- б) сосны;
- в) белки;
- г) насекомые.

3. Численность особей в популяциях относительно постоянна, потому что:

а) плотность популяции регулируется совместным действием абиотических и биотических факторов;

б) при увеличении численности популяций в ней прекращается размножение;

в) снижение численности ведет к более активному размножению;

г) увеличение численности ведет к фенотипическому выявлению гомозиготных летальных генотипов и их отсеву.

4. В каждом звене пищевой цепи наименьшая часть энергии, поступившей в организм вместе с пищей:

а) используется в биосинтетических процессах;

б) расходуется в процессе дыхания;

в) превращается в тепло;

д) выделяется вместе с продуктами обмена.

1.32. Биосфера

Существуют два определения биосферы.

1. **Биосфера** — это населенная часть геологической оболочки Земли.

2. **Биосфера** — это часть геологической оболочки Земли, свойства которой определяются активностью живых организмов.

Второе определение охватывает более широкое пространство: ведь образовавшийся в результате фотосинтеза атмосферный кислород распределен по всей атмосфере и присутствует там, где нет живых организмов.

Биосфера согласно первому определению состоит из литосферы, гидросферы и нижних слоев атмосферы — тропосферы. Пределы биосферы ограничены озоновым экраном, верхняя граница которого находится на высоте 20 км, а нижняя — на глубине около 4 км.

Биосфера в соответствии со вторым определением включает всю атмосферу.

Учение о биосфере и ее функциях разработал академик В. И. Вернадский.

Биосфера — это область распространения жизни на Земле, включая живое вещество (вещество, входящее в состав живых организмов). Биокосное вещество — это вещество, не входящее в состав живых организмов, но формирующееся за счет их активности (почва, природные воды, воздух).

Живое вещество, составляющее менее 0,001% массы биосферы, является наиболее активной частью биосферы.

В биосфере происходит постоянная миграция веществ как биогенного, так и абиогенного происхождения, в котором живые организмы играют основную роль. Круговорот веществ определяет устойчивость биосферы.

Основным источником энергии для поддержания жизни в биосфере является Солнце. Его энергия преобразуется в энергию органических соединений в результате фотосинтетических процессов, происходящих в фототрофных организмах. Энергия накапливается в химических связях органических соединений, служащих пищей растительноядным и плотоядным животным. Органические вещества пищи разлагаются в процессе обмена веществ и выводятся из организма. Выделенные или отмершие остатки, в свою очередь, разлагаются бактериями, грибами и некоторыми другими организмами. Образовавшиеся химические соединения и элементы вовлекаются в круговорот веществ.

Биосфера нуждается в постоянном притоке внешней энергии, так как вся химическая энергия превращается в тепловую.

Функции биосферы:

- газовая — выделение и поглощение кислорода и углекислого газа, восстановление азота;
- концентрационная — накопление организмами химических элементов, рассеянных во внешней среде;
- окислительно-восстановительная — окисление и восстановление веществ в ходе фотосинтеза и энергетического обмена;
- биохимическая — реализуется в процессе обмена веществ.
- энергетическая — связана с использованием и преобразованием энергии.

В результате биологическая и геологическая эволюции происходят одновременно и тесно взаимосвязаны. Геохими-

ческая эволюция происходит под влиянием биологической эволюции.

Масса всего живого вещества биосферы составляет ее биомассу, равную примерно $2,4 \cdot 10^{12}$ т.

Организмы, населяющие сушу, составляют 99,87% от общей биомассы, биомасса океана — 0,13%. Количество биомассы увеличивается от полюсов к экватору. Биомасса (Б) характеризуется:

а) продуктивностью — приростом вещества, приходящегося на единицу площади (П);

б) скоростью воспроизведения — отношением продукции к биомассе за единицу времени (П/Б).

Самыми продуктивными являются тропические и субтропические леса.

Часть биосферы, находящуюся под влиянием активной деятельности человека, называют *ноосферой* — сферой человеческого разума. Термин предполагает разумное влияние человека на биосферу в современную эпоху научно-технического прогресса. Однако чаще всего это влияние губительно для биосферы, что в свою очередь губительно для человечества.

Круговорот веществ и энергии в биосфере обусловлен жизнедеятельностью организмов и является необходимым условием их существования. Круговороты не замкнуты, поэтому химические элементы накапливаются во внешней среде и в организмах.

Углерод поглощается растениями в процессе фотосинтеза и выделяется организмами в процессе дыхания. Он также накапливается в среде в виде топливных ископаемых, а в организмах — в виде запасов органических веществ.

Азот превращается в соли аммония и нитраты в результате деятельности азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий. Затем после использования соединений азота организмами и денитрификации редуцентами азот возвращается в атмосферу. Сера находится в виде сульфидов и свободной серы в составе морских осадочных пород и почвы. Превращаясь в сульфаты в результате окисления серобактериями, она включается в ткани растений, затем вместе с остатками их органических соединений подвергается воздействию анаэроб-

ных редуцентов. Образовавшийся в результате их деятельности сероводород снова окисляется серобактериями.

Фосфор содержится в составе фосфатов горных пород, в пресноводных и океанических отложениях, в почвах. В результате эрозии фосфаты вымываются и в кислой среде переходят в растворимое состояние с образованием фосфорной кислоты, которая усваивается растениями. В тканях животных фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, костей. В результате разложения редуцентами остатков органических соединений он снова возвращается в почву, а затем в растения.

Вопросы и задания

1. Жизнь можно обнаружить:

- а) в любой точке биосферы;
- б) в любой точке Земли;
- в) в любой точке биосферы, кроме Антарктиды и Арктики;
- г) везде, кроме гейзеров на Камчатке.

2. Основное отличие биосферы от других оболочек Земли заключается в том, что в биосфере:

- а) не протекают геохимические процессы, а происходит только биологическая эволюция;
- б) используются другие источники энергии;
- в) геологическая и биологическая эволюция идут одновременно.

3. К какой функции живого вещества можно отнести процессы фотосинтеза:

- а) к газовой;
- б) к окислительно-восстановительной;
- в) к концентрационной;
- г) ко всем перечисленным функциям;
- д) к функциям а) и б)?

4. Что является ограничивающим фактором, в большей степени препятствующим существованию жизни в верхних слоях атмосферы:

- а) состав воздуха;
- б) температура;

- в) ультрафиолетовое излучение;
- г) влажность?

5. Какие из экологических факторов в наши дни максимально быстро влияют на изменения биосферы:

- а) абиотические;
- б) антропогенные;
- в) биотические;
- г) все факторы?

6. Выберите основные факторы среды, от которых зависит процветание организмов в океане:

- а) доступность воды;
- б) количество осадков;
- в) прозрачность среды;
- г) pH среды;
- д) соленость среды;
- е) скорость испарения воды;
- ж) концентрация в среде углекислого газа.

II ПРОТИСТЫ. ГРИБЫ. РАСТЕНИЯ

2.1. Вирусы, бактерии, цианобактерии

Вирусы в современной биологии рассматривают как одно из пяти царств живой природы. Открыты они были в 1892 г. русским ученым Д. И. Ивановским. Термин предложил М. Бейеринк в 1899 г. Вирусы являются неклеточной формой жизни, занимающей промежуточное положение между живой и неживой материей. Они состоят из ДНК (или РНК) и белка и не способны к самостоятельному синтезу белка. Свойства живых организмов они проявляют, только находясь в клетках про- или эукариот и используя их обмен веществ для собственной репродукции.

Размеры вирусов — от 15 до 2 000 нм. В сердцевине находится генетический материал (ДНК или РНК). По строению и размерам вирусы делят на простые (аденовирусы) и сложные (оспа, герпес, грипп). Встречаются собственно вирусы и бактериофаги — вирусы бактерий (описаны в 1917 г. Ф. Д'Эреллем). По влиянию на клетки хозяина встречаются литические и латентные вирусы. Снаружи вирус покрыт белковой оболочкой — капсидом, выполняющим защитную, ферментативную и антигенную функции. Вирусы более сложного строения могут дополнительно включать углеводные и липидные фрагменты.

Геном вируса попадает в бактерию в результате специфической (или неспецифической) абсорбции бактериофага на клетке хозяина. Вирусная нуклеиновая кислота «выпрыскивается» в клетку, а белок остается на клеточной оболочке.

ДНК-содержащие вирусы (оспа, герпес) используют обмен веществ клетки-хозяина для синтеза своих иРНК и белков. РНК-содержащие вирусы (СПИД, грипп) иницируют либо синтез РНК вируса и его белка, либо благодаря ферментам — обратной транскриптазе или ревертазе, синтезируют сначала ДНК, а затем уже РНК и белок вируса. Таким образом, геном вируса, встраиваясь в наследственный аппарат клетки-хозяина, изменяет его и направляет синтез вирусных компонентов. Вновь синтезированные вирусные частицы выходят из клетки-хозяина и внедряются в другие (соседние) клетки.

Защищаясь от вирусов, клетки вырабатывают защитный белок — интерферон, который подавляет синтез новых вирусных частиц. Интерферон используют для лечения и профилактики некоторых вирусных заболеваний. Организм человека сопротивляется действию вирусов, вырабатывая антитела. Однако к некоторым вирусам, таким как онкогенные или вирус СПИДа, специфических антител нет. Этим обстоятельством осложняется создание вакцин.

Бактерии — самые древние прокариотические клеточные организмы, наиболее широко распространенные в природе. Они играют важнейшую роль редуцентов органического вещества, фиксаторов азота, являются возбудителями заболеваний животных и человека. В медицине бактерии используют для получения антибиотиков (стрептомицин, тетрациклин, грамицидин), в пищевой промышленности — для получения молочнокислых продуктов, спиртов. Бактерии также являются объектами генной инженерии.

Клетка бактерий покрыта муреиновой оболочкой. Некоторые виды бактерий образуют слизистую капсулу, препятствующую высыханию клетки. Клеточная стенка может образовывать выросты — пили, способствующие объединению бактерий в группы, а также их конъюгации. Мембрана бактерий складчатая. На складках локализуются ферменты или фотосинтезирующие пигменты (у фотоавтотрофных бактерий). Роль мембранных органелл выполняют мезосомы — крупные впячивания мембран. В цитоплазме находятся рибосомы и включения (крахмал, гликоген, жиры). Ряд бактерий имеют жгутики. Наследственный материал бактерий содержится в нуклеоиде в виде кольцевой молекулы ДНК.

По форме бактериальной клетки выделяют:

- кокки (сферические): диплококки, стрептококки, стафилококки;
- бациллы (палочковидные): одиночные, объединенные в цепи, бациллы с эндоспорами;
- спириллы;
- вибрионы;
- спирохеты.

По способу питания бактерии делят на *гетеротрофы* (сапрофиты и паразиты) и *автотрофы* (фотоавтотрофы и хемоавтотрофы).

По способу использования кислорода бактерии бывают аэробными и анаэробными.

Размножаются бактерии делением клетки без образования веретена. Половой процесс у некоторых из них связан с обменом генетическим материалом при конъюгации. Распространяются бактерии спорами.

Болезнетворные бактерии: холерный вибрион, дифтерийная палочка, дизентерийная палочка и др.

Цианобактерии (именуемые не совсем правильно синезелеными водорослями) возникли свыше 3 млрд лет тому назад. Они представляют собой клетки с многослойными стенками, состоящими из нерастворимых полисахаридов. Встречаются их одноклеточные и колониальные формы. По строению цианобактерии сходны с бактериями. Они — фотоавтотрофы. Хлорофилл находится на свободнолежащих в цитоплазме мембранах. Цианобактерии размножаются путем деления или распада колоний; имеют способность к спорообразованию; широко распространены в биосфере; способны очищать воду, разлагая продукты гниения; вступают в симбиоз с грибами, образуя некоторые виды лишайников; являются первопоселенцами на вулканических островах и скалах.

Вопросы и задания

1. Назовите основные структурные компоненты вирусов.
2. Где и как размножаются вирусы?
3. В чем проявляется патогенное действие вируса?
4. Назовите основные отличия бактериальной клетки от эукариотической.
5. Назовите два способа получения энергии автотрофными бактериями и опишите их.

2.2. Грибы. Общая характеристика

Грибы — это царство одноклеточных и многоклеточных гетеротрофных организмов, отличающихся от растений и животных особенностями строения и размножения, образом

жизни и включающее около 100 тыс. видов. Клетки грибов имеют клеточную стенку, состоящую из хитина, полисахаридного матрикса и белков, и содержат от 1 до 30 ядер. Аппарат Гольджи у них развит слабо, а запасным веществом является гликоген.

Тело гриба образовано мицелием (грибницей), состоящим из отдельных нитей — гиф. У низших грибов гифы одноклеточные с большим количеством ядер, у высших — многоклеточные с одним или несколькими ядрами в клетках. Гифы обладают апикальным ростом и боковым ветвлением. Гриб поглощает питательные вещества всей поверхностью мицелия. У шляпочных грибов надземная часть мицелия образует плодовые тела, на которых формируются органы размножения.

Размножение у грибов вегетативное, бесполое и половое. Вегетативное размножение осуществляется участками мицелия или почкованием, бесполое — связано со спорообразованием. Споры образуются в спорангиях или на концах гиф — конидиеносцах.

Половое размножение грибов связано со слиянием двух нитей и возникновением большого количества двуядерных клеток. Слияние двух ядер в одной клетке происходит через большой промежуток времени перед самым образованием спор. Таким образом, жизненный цикл грибов состоит не из двух, а из трех фаз:

- 1) клетки с одним гаплоидным ядром;
- 2) клетки с двумя гаплоидными ядрами;
- 3) клетки с одним диплоидным ядром.

У некоторых грибов все клетки в нити сливаются, но половой процесс происходит по той же схеме. Гамет у настоящих грибов не бывает! Встречаются грибы, у которых нет полового процесса (пеницилл).

Классификация грибов

Низшие грибы: класс зигомицеты (представители: мукор, сапрофитный гриб, развивающийся на пищевых продуктах, — белая плесень). Клетки зигомицетов сливаются друг с другом, образуя многоядерный синцитий.

Высшие грибы: класс аскомицеты (представители: пекарские дрожжи, спорынья пурпурная); класс базидиомицеты (представители: шляпочные, головневые, ржавчинные грибы).

Некоторые группы организмов, включавшиеся раньше в царство грибов, ныне переведены систематиками в царство протистов.

Грибы-паразиты, вызывающие заболевания деревьев (трутовики), злаковых культур (головневые грибы), картофеля (фитофтора, переведена в царство протистов). Они приспособились к разнообразным условиям среды, являются редуцентами органических веществ и способствуют повышению плодородия почвы, а также используются человеком в пищу, служат сырьем для получения антибиотиков, органических кислот, ферментов.

Вопросы и задания

1. Из перечисленных признаков выберите те, которые отличают грибы от растений:

- а) прикрепленный образ жизни;
- б) отсутствие хлорофилла в клетках;
- в) хитинизированная клеточная стенка;
- г) запасное вещество клеток — крахмал;
- д) запасное вещество клеток — гликоген;
- е) способность к вегетативному размножению участками тела;
- ж) размножение спорами.

2. Какие особенности грибов сближают их с царством растений?

3. Что такое микориза?

4. Какие способы размножения присущи грибам?

5. Какова роль грибов в экосистемах?

6. В чем отличие гаплобионты от диплобионтов?

2.3. Растения. Особенности растительного организма

До недавнего времени в состав царства растений включали водоросли, споровые и семенные растения. В настоящее время в западной литературе водоросли (кроме зеленых и ха-

ровых) относят к царству протистов (по новейшим системам, водоросли делят на несколько царств). А к царству растений относят только так называемые высшие растения (псилофиты, мохообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные, голо- и покрытосеменные). В отечественной учебной литературе водоросли (кроме, разумеется, сине-зеленых) принято считать растениями. При этом по отношению к водорослям используют термин «низшие растения», противопоставляющий их «высшим растениям».

Все растения независимо от их принадлежности к низшим или высшим отделам имеют общие черты строения и жизнедеятельности:

- фотоавтотрофный способ питания;
- относительная неподвижность и связь с субстратом;
- разветвленность поглощающей поверхности тела;
- постоянный рост;
- проявление раздражимости — тропизмы, настиг;
- общий план клеточного строения.

Роль растений в природе определяется их способностью к фотосинтезу и продуцированию основной биомассы, служащей источником энергии и пищи для гетеротрофов. Кислород, выделяемый растениями в процессе фотосинтеза, служит источником аэробного дыхания и озонового слоя атмосферы.

Насчитывают около 500 тыс. видов растений, из которых человек использует в качестве источника пищи, лекарств, сырья около 2 тыс.

Растения появились на Земле около 1,5 млрд лет назад.

Первоначально развитие растительных организмов происходило в водной среде, что привело к появлению водорослей. Затем растения стали осваивать сушу. Этому способствовало возникновение следующих ароморфозов:

- многоклеточности и дифференциации клеток с образованием тканей и органов;
- семени;
- цветка.

В систематическом плане растения подразделяют на *споровые* — мохообразные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные и *семенные* — голосеменные и покрытосеменные.

У водорослей нет настоящих тканей и органов. Они занимают одну среду обитания — водную.

Тело высших растений расчленено на вегетативные и генеративные органы, они имеют проводящие ткани и занимают две среды обитания (почвенную и воздушную).

Вопросы и задания

1. Из перечисленных признаков выберите только те, которые относятся к растениям:

- а) использование энергии света для создания органических веществ;
- б) наличие целлюлозной клеточной стенки;
- в) активный способ передвижения;
- г) наличие метаморфоза в онтогенезе;
- д) ограниченная подвижность;
- е) смена гаплоидной и диплоидной фаз развития;
- ж) размножение спорами.

2. Из перечисленных особенностей выберите те, которые относятся к семенным растениям:

- а) наличие побега;
- б) доминирование спорофита над гаметофитом;
- в) размножение спорами;
- г) одноклеточный зародыш;
- д) многоклеточный зародыш;
- е) доминирование гаметофита над спорофитом.

3. Перечислите основные признаки растительного организма и их отличия от организма животного.

2.4. Водоросли

Отдел зеленых водорослей в настоящее время относится к протистам и включает в себя одноклеточные колониальные и многоклеточные растения — всего около 13 тыс. видов.

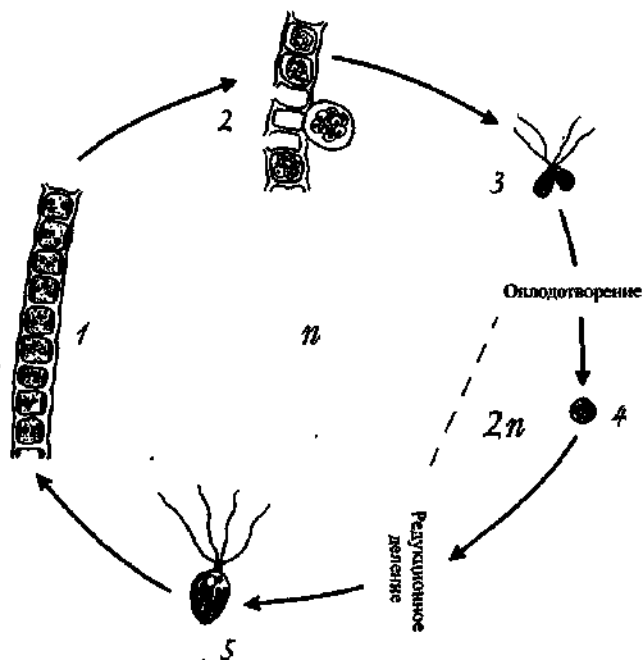


Рис. 24. Жизненный цикл улотрикса:
 1 — участок вегетативной нити; 2 — образование гамет;
 3 — копуляция; 4 — зигота; 5 — спора

К одноклеточным водорослям относят хламидомонаду, хлореллу. Вольвокс и пандорина образуют колонии. К многоклеточным зеленым водорослям относят ульву, улотрикс, спирогиру. Общим для всех зеленых водорослей является наличие хроматофора, содержащего хлорофилл. Хроматофоры разнообразны по форме. Они могут быть замкнутыми, незамкнутыми (улотрикс), спиральными (спирогира) и т.д. К улотриксовым относят и плеврококк — микроскопическую водоросль, обычно обитающую на деревьях и заборах.

Размножаются зеленые водоросли бесполым и половым путями. Бесполое размножение осуществляется с помощью жгутиковых зооспор, формирующихся внутри материнской клетки, или частей таллома. Половой процесс связан с образованием гамет и последующим их слиянием с образованием зиготы.

Однако не у всех водорослей гаметы подразделяются на мужские и женские — у некоторых водорослей сливаются две одинаковые гаметы. Из зиготы образуются либо новая особь, либо зооспоры. В жизненном цикле водорослей гаплоидная фаза преобладает над диплоидной.

Отдел бурых водорослей включает около 1500 видов морских водорослей. Наиболее распространенной из них является ламинария сахаристая (морская капуста), содержащая запасной полисахарид — ламинарин, тело которой состоит из таллома и ризоидов, а окраска объясняется присутствием в хроматофорах наряду с хлорофиллом каротиноидов.

Размножается ламинария вегетативно — частями таллома, спорами и половым путем. Взрослое растение представ-

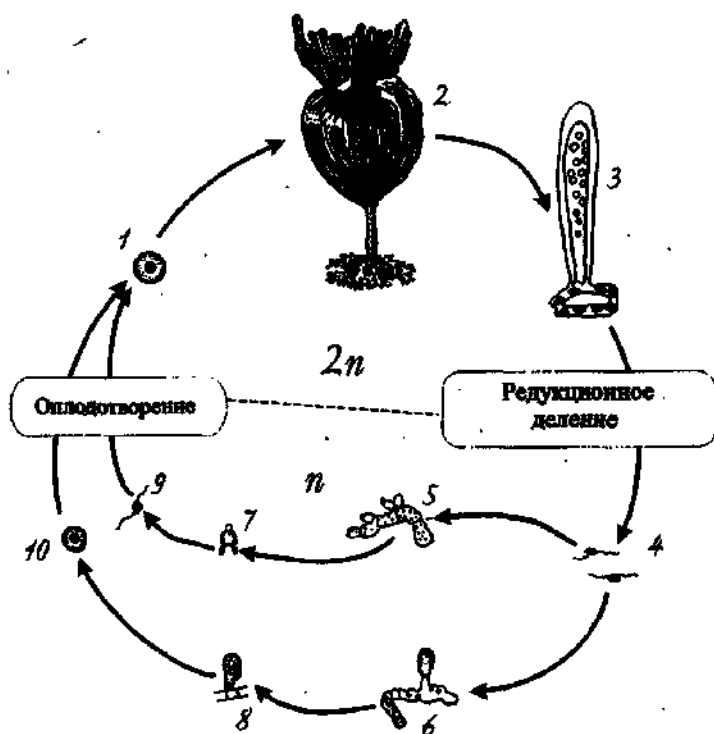


Рис. 25. Жизненный цикл бурой водоросли (ламинарии):

- 1 — зигота; 2 — спорофит; 3 — спорангий; 4 — споры; 5 — мужской гаметофит; 6 — женский гаметофит; 7 — антеридий; 8 — архегоний; 9 — сперматозоид; 10 — яйцеклетка

ляет собой диплоидный спорофит, на котором созревают спорангии. В спорангиях в результате мейоза созревают споры, которые прорастают в заростки — гаметофиты. В антеридиях и архегониях заростков формируются гаметы. После оплодотворения образуется зигота, развивающаяся в новое растение.

Багрянки (красные водоросли) — в основном многоклеточные, нитевидные, кустовидные, пластинчатовидные растения, прикрепляющиеся к субстрату ризоидами. Содержат хлорофилл, каротиноиды, бурый, синий и красный пигменты, соотношение которых варьируется в зависимости от глубины обитания водорослей, имеют дисковидные хроматофоры и не имеют светочувствительных глазков. Багрянки служат кормом морским животным. Размножаются они бесполом и половым путями.

Лишайники — низшие растения, организм которых сформировался в результате симбиоза гриба и водоросли: гриб — гетеротрофный компонент лишайника, зеленая или синезеленая водоросль — его автотрофный компонент. Гриб обеспечивает водоросль водой и минеральными солями, защищает ее от высыхания. Водоросль поставляет грибу органические вещества. Размножаются лишайники как бесполом, так и половым путями (вегетативное размножение осуществляется участками слоевища), встречаются во всех географических зонах, особенно в областях с умеренным и холодным климатом.

Лишайники насчитывают около 200 видов, наиболее известные из которых — кладония (олений мох), ксантория настенная (стенная золотянка), пармелия и цетрария.

Вопросы и задания

1. Выберите правильные утверждения:

- а) водоросли относят к высшим растениям;
- б) ламинария живет в северных морях;
- в) ламинария прикрепляется ко дну ризоидами;
- г) красные водоросли способны к фотосинтезу;
- д) в морских водорослях накапливается иод;
- е) у спирогиры кольцеобразный незамкнутый хроматофор;

ж) водоросли размножаются вегетативным, бесполом и половым способами.

2. Водоросли поглощают воду и минеральные вещества:

- а) ризоидами;
- б) листьями;
- в) корнями;
- г) всем телом.

3. В хроматофорах на свету образуется:

- а) хлорофилл;
- б) сахар;
- в) агар-агар;
- г) иод.

4. К бесполому размножению одноклеточных водорослей относятся:

- а) слияние гамет;
- б) размножение спорами;
- в) размножение фрагментами тела;
- г) все указанные выше способы.

5. Какое из названных растений можно считать водорослью:

- а) ряску;
- б) элодею;
- в) плеврококк;
- г) кувшинку.

6. Какая фаза жизни улотрикса диплоидна:

- а) зеленая нить;
- б) зооспоры;
- в) зигота;
- г) гаметы?

7. Чем образовано слоевище лишайника?

8. В чем проявляется симбиоз гриба и водоросли в лишайнике?

2.5. Высшие споровые растения. Сравнительная характеристика

Моховидные насчитывают более 20 тыс. видов. У листовидных мхов развиваются ткани, но корней нет, поэтому к субстрату они прикрепляются ризоидами. В жизненном цикле преобладает гаметофит — половое поколение. Споро-

фит состоит из коробочки со спорами, находящейся на ножке. Он паразитирует на гаметофите, присасываясь к нему нижней частью ножки. Гаметофит развивается из гаплоидной споры, попавшей во влажную среду. На мужском гаметофите — в антеридиях и на женском — в архегониях образуются гаметы. Сперматозоиды, например, кукушкина льна снабжены жгутиками. Оплодотворение происходит в воде. После этого на женских растениях развивается коробочка со спорами. Из споры, попавшей на землю, сначала вырастает зеленая нить — протонема. Из части протонемы образуются ризоиды (выросты отдельных клеток, углубляющиеся в почву), а из другой ее части — стебель и листья кукушкина льна.

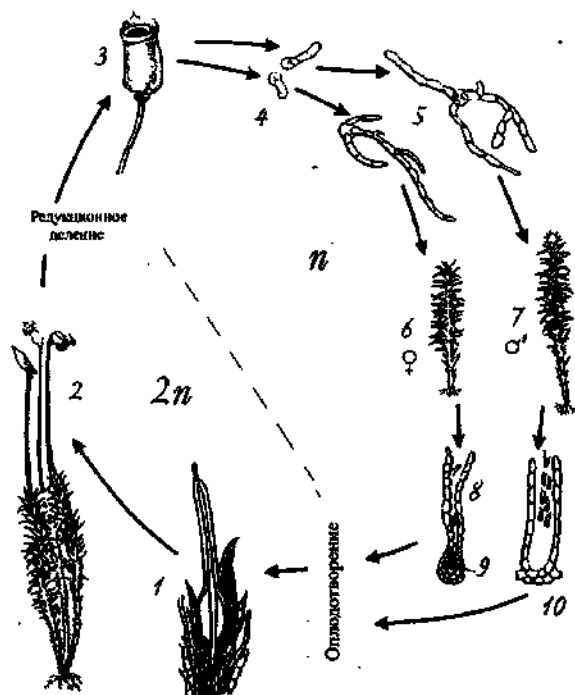


Рис. 26. Жизненный цикл мха (кукушкин лен):

- 1 — молодой спорофит, развивающийся из зиготы на верхушке материнского растения; 2 — зрелый спорофит; 3 — зрелый спорангий; 4 — проросшие споры; 5 — протонема; 6 — женский гаметофит; 7 — мужской гаметофит; 8 — архегоний; 9 — яйцеклетка; 10 — антеридий.

Сфагновые мхи отличаются от зеленых мхов отсутствием ризоидов. Воду они поглощают всей поверхностью тела благодаря наличию воздухоносных клеток. Цикл развития сфагновых мхов схож с циклом развития зеленых мхов. Из отмерших частей растения в условиях недостатка кислорода образуется торф.

Современные *плауновидные* насчитывают около 100 видов. Они имеют придаточные корни, мелкие, спирально расположенные листья, восходящие побеги. Споры образуются в спорангиях спороносных колосков. Из спор при прорастании появляются гаметофиты (маленькие заростки). Через 15 лет на заростках развиваются антеридии и архегонии, в которых созревают мужские и женские гаметы. У плауновидных мужские и женские гаметы образуются на одних и тех же заростках, а у их близких родственников — селлагинелл — на разных. Поэтому заростки селлагинелл называют раздельно-полами (мужскими и женскими) в отличие от обоеполых заростков плауновидных. Женские заростки вырастают из более крупных спор, чем мужские. Споры, из которых вырастают женские заростки, называют мегаспорами, споры, из которых вырастают мужские заростки, — микроспорами. Растения с обоеполыми заростками называют равноспоровыми, а с мужскими и женскими заростками — разноспоровыми. Мужские половые клетки двигаются с помощью жгутиков, поэтому для оплодотворения им необходима вода. После оплодотворения из зиготы вырастает новое растение. Используются плауновидные для изготовления лекарств и детской присыпки.

Хвощевидные насчитывают около 20 видов. Размножаются они вегетативно — корневищами с клубнями, содержащими запас крахмала. Бесполое размножение осуществляется спорами, развивающимися в спороносных колосках. Из спор вырастают заростки. У хвощей они бывают мужскими, женскими и обоеполыми, хотя споры, из которых вырастают мужские и женские заростки, практически не отличаются друг от друга. После оплодотворения из зиготы вырастает зародыш, а из него взрослое растение — диплоидный спорофит. Хвощ полевой используют в медицине.

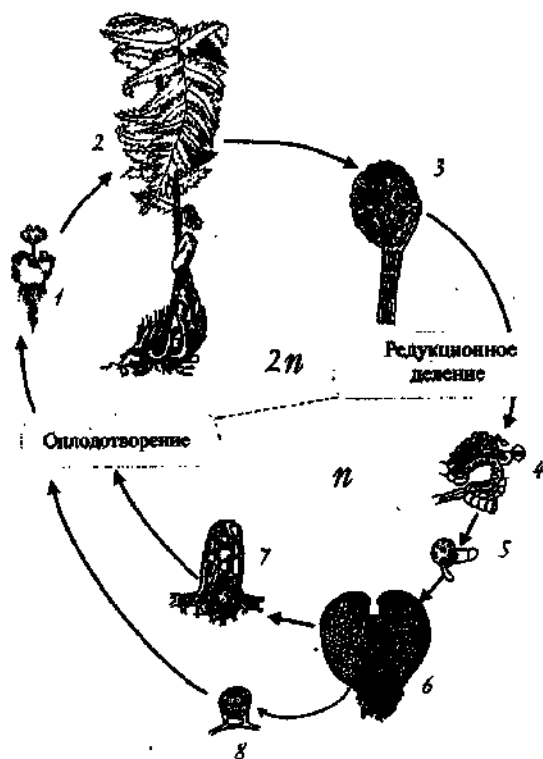


Рис. 27. Жизненный цикл равноспорового папоротника:
 1—3 — развитие спорофита (1 — молодой спорофит, развивающийся из зиготы; 2 — спорофит; 3 — спорангий);
 4—8 — гаплоидная фаза (4 — созревший спорангий; 5 — проросшая спора; 6 — гаметофит; 7 — архегоний; 8 — антеридий)

Папоротниковидные — многолетние травянистые или древесные растения, тело которых расчленено на стебель, лист и корни, отходящие от корневища. У них развиты покровные и проводящие ткани. Спорангии находятся на нижней стороне листовой пластинки. Споры прорастают, попадая в почву. Из спор вырастают обоеполые заростки, имеющие ризоиды. На заростках формируются антеридии и архегонии. После оплодотворения образуется зигота, из которой развивается диплоидный зародыш, а затем спорофит — листостебельное растение. У некоторых водных папоротниковидных имеются мужские и женские заростки.

Вопросы и задания

1. Назовите общие признаки высших споровых растений.

2. Как изменяется жизненный цикл высших споровых при переходе от моховидных к папоротниковидным?

3. Выберите характерные особенности цикла развития кукушкина льна:

- а) размножение спорами;
- б) доминирование в жизненном цикле спорофита;
- в) независимость оплодотворения от воды;
- г) гаплоидность гаметофита;
- д) доминирование в жизненном цикле гаметофита;
- е) диплоидность спорофита;
- ж) наличие мужского и женского гаметофитов;
- з) наличие протонемы.

4. Выберите характерные особенности папоротниковидных растений:

- а) отсутствие устьиц на листьях;
- б) сформированность проводящих пучков;
- в) наличие ризоидов на гаметофите;
- г) обоеполые гаметофиты;
- д) доминирование гаметофита;
- е) расчлененность на органы спорофита;
- ж) независимость оплодотворения от воды;
- з) зависимость оплодотворения от воды.

2.6. Семенные растения. Сравнительная характеристика особенностей размножения

Возникновение семени — это крупнейший ароморфоз в эволюции растений, обеспечивший их развитие и распространение на Земле.

Все семенные растения — разноспоровые. Если у споровых растений мегаспора падает на землю, то у семенных остается в мегаспорангии. Здесь из мегаспоры вырастает женский заросток и образуется архегоний с женской половой клеткой.

Микроспора (пылинка) ветром или насекомыми переносится к спорангию, содержащему мегаспору. Микроспора прорастает, превращаясь в очень простой мужской заросток,

на котором образуются или сперматозоиды (у некоторых голосеменных), или пыльцевая трубка (у хвойных и всех покрытосеменных). В первом случае сперматозоид сливается с яйцеклеткой, а во втором — одно из ядер мужского заростка впрыскивается в женский. Второй вариант позволяет осуществить оплодотворение при отсутствии воды.

Голосеменные растения произошли от древнейших папоротниковидных в девонском периоде. В настоящее время насчитывают около 700 видов деревьев и кустарников. Основную их группу составляют хвойные деревья: ель, сосна, лиственница, кедр, пихта, можжевельник, туя, кипарис и т.д. В жизненном цикле этих растений господствует диплоидный спорофит. Деревья имеют ствол с хорошо развитой корой и древесиной, пронизанными смоляными ходами, где накапливаются смолы, эфирные масла, бальзамы, и хвойные или чешуевидные листья.

Сосна — многолетнее растение, размножающееся семенами, которые образуются в шишках. Шишки бывают двух типов — мужские и женские. Мужские шишки развиваются у основания молодых побегов. Они состоят из оси, покрытой чешуйками, которые и являются микроспорофиллами. На нижней стороне каждой чешуйки находятся два микроспорангия (пыльцевых мешка), в которых после мейотического деления исходных клеток развиваются гаплоидные микроспоры. Из микроспор образуются пыльцевые зерна. Пыльцевое зерно сосны является гаметофитом. Оно покрыто двумя оболочками (экзиной и интиной), между которыми находится камера, заполненная воздухом. Воздух облегчает вес пыльцы. Внутри каждой микроспоры образуется два спермия и клетки, дающие начало пыльцевой трубке.

Женские шишки развиваются на конце молодых побегов. Их образуют семенные и кроющие чешуйки. На нижней стороне семенных чешуек формируется по два семязачатка — мегаспорангия. Каждый мегаспорангий имеет покров (интегумент) и центральную часть (нуцеллус). В семязачатке есть пыльцевход (микропиле). Мегаспора после митотического деления прорастает в женский гаметофит, образованный гаплоидным эндоспермом и двумя архегониями с яйцеклетками.

Опыление у сосны происходит следующим образом: пыльца приклеивается к семязачаткам смолистым веществом. Вегетативная клетка пыльцы образует пыльцевую трубку, кото-

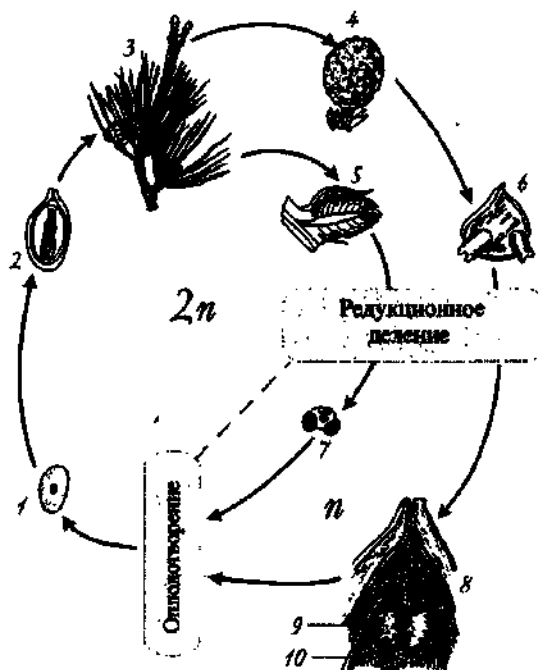


Рис. 28. Жизненный цикл голосеменных на примере сосны:
 1—6 — развитие спорофита (1 — зигота; 2 — зародыш семени;
 3 — спорофит; 4 — женская шишка; 5 — мужская шишка;
 6 — семенная чешуя с семязачатками); 7, 8 — развитие гаметофита
 (7 — микроспора; 8 — верхняя часть семязачатка); 9 — яйцеклетка;
 10 — эндосперм

рая проникает в семязачаток. Примерно через 12—14 месяцев происходит оплодотворение. Один из спермиев оплодотворяет яйцеклетку, а другой погибает. Из оплодотворенной яйцеклетки образуется диплоидный зародыш — спорофит. Из остатков нуцеллуса формируется гаплоидный эндосперм, а из интегумента — кожура семени. Покровы чешуи шишки одревесневают и расходятся. Семена, снабженные крылатыми выростами, разлетаются. При попадании в почву в благоприятных условиях они дают начало новому растению.

Покрытосеменные растения произошли, предположительно, в мезозое от голосеменных. Они насчитывают около 250 тыс. видов, господствуют на большей части суши и создают основную часть фитомассы и кислорода. Освоить сушу

покрытосеменные растения смогли благодаря прогрессивным изменениям вегетативных и репродуктивных органов.

К основным ароморфозам, обеспечившим появление и распространение цветковых растений, относят:

- формирование сосудистых проводящих тканей — ксилемы и флоэмы;
- появление цветка, из завязи которого развивается плод, защищающий семена; возникновение двойного оплодотворения, обеспечивающего формирование триплоидного эндосперма, необходимого для развития диплоидного зародыша;

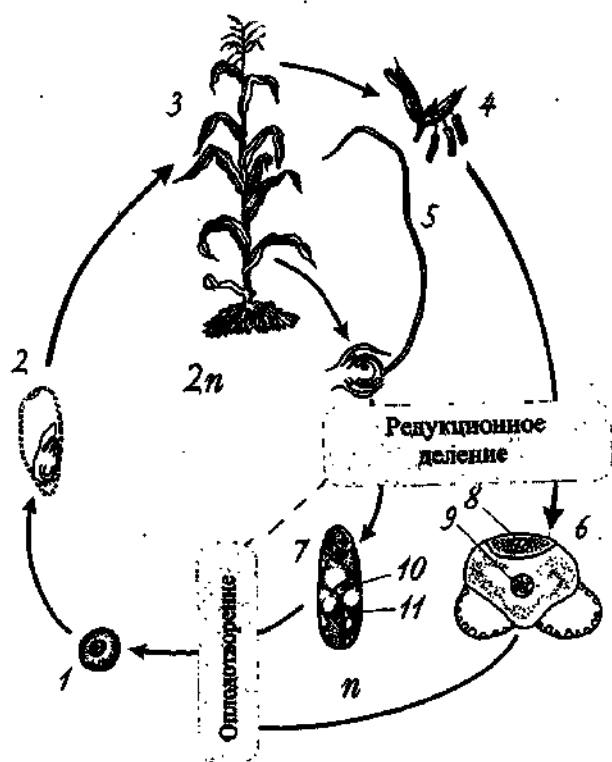


Рис. 29. Жизненный цикл покрытосеменных:

- 1—5 — развитие спорофита (1 — зигота; 2 — зародыш семени; 3 — спорофит; 4 — тычиночный цветок; 5 — разрез пестика с семязачатком); 6, 7 — развитие гаметофита (6 — пыльца (мужской заросток); 7 — зародышевый мешок); 8 — ядро генеративной клетки; 9 — ядро вегетативной клетки; 10 — центральное ядро ($2n$); 11 — яйцеклетка

• редукция женского гаметофита до восьми клеток зародышевого мешка.

Женский гаметофит формируется в завязи пестика. Одна из диплоидных клеток семязачатка делится мейотически с образованием четырех гаплоидных мегаспор, причем три из них отмирают, а оставшаяся клетка претерпевает три митотических деления. Образуется зародышевый мешок, или женский гаметофит, состоящий из восьми гаплоидных ядер. Затем в зародышевом мешке формируются: яйцеклетка, диплоидное центральное ядро (образовавшееся в результате слияния двух ядер зародышевого мешка) и несколько дополнительных клеток.

Мужской гаметофит образуется в пыльниках тычинок и представляет собой пылинку, которая содержит генеративную и вегетативную клетки. Из генеративной клетки образуется два спермия.

При попадании на рыльце пестика пыльца прорастает. Из вегетативной клетки образуется пыльцевая трубка, через которую в зародышевый мешок впрыскивается два мужских ядра. Одно из ядер сливается с ядром яйцеклетки, а другое — с диплоидным центральным ядром. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш, а из триплоидного ядра — ядра запасавшей ткани — эндосперм. Этот способ оплодотворения был открыт С. Г. Навашиным и получил название *двойного оплодотворения*.

Вопросы и задания

1. Главным отличием голосеменных от высших споровых растений является:

- а) семенное размножение;
- б) наличие всех органов растения;
- в) зависимость оплодотворения от воды;
- г) отсутствие настоящих проводящих сосудов.

2. Шишка хвойных — это:

- а) плод;
- б) видоизмененный побег;
- в) семязачаток;
- г) зародыш.

3. В красноватых шишках сосны образуются:

- а) пыльцевые мешки;
- б) семязачатки;

- в) споры;
- г) пыльцевые мешки и семязачатки.

4. Что общего между голосеменными и покрытосеменными растениями:

- а) развитие из спор;
- б) наличие цветка;
- в) развитие из семени;
- г) деление на классы однодольных и двудольных?

5. В результате слияния центральной клетки со спермием возникает:

- а) зародыш;
- б) семязачаток;
- в) эндосперм;
- г) зигота.

6. Оплодотворение у цветковых растений называют двойным, потому что:

- а) в нем участвуют два ядра из мужского заростка, ядро яйцеклетки и диплоидное ядро женского заростка;
- б) оно происходит подряд два раза;
- в) в результате образуются два зародыша;
- г) в нем участвуют два органа размножения.

7. Околоплодник цветковых образуется из:

- а) семязачатка;
- б) стенки завязи;
- в) цветоложа;
- г) пыльника.

8. Чем представлены гаметофит и спорофит сосны?

9. Как происходит оплодотворение у сосны?

10. По каким признакам можно отличить мужскую шишку от женской?

2.7. Цветок и его функции.

Соцветия и их биологическое значение

Цветок — это видоизмененный побег, служащий для семенного размножения. Цветок развивается из генеративной почки. Стеблевая часть цветка представлена цветоножкой и цветоложем. Остальные части — чашечка, венчик, тычинки, пестик — представляют собой видоизмененные листья. Совокупность чашечки и венчика называют околоцветником.

Околоцветник, не подразделенный на чашечку и венчик, называют простым. Околоцветник с чашечкой и венчиком называют двойным.

Главные части цветка — тычинки и пестик. Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника, внутри которого созревает пыльца (процесс созревания пыльцы называют микро-спорогенезом). Совокупность тычинок одного цветка называют андроцеем. Пестик (плодолистик) состоит из рыльца, столбика и завязи. Внутри завязи находится семязачаток (семязачаток), из которой после оплодотворения развивается семя. Из стенок завязи развивается плод. Совокупность всех пестиков цветка называется гинецей. Цветки, в которых есть пестики и тычинки, называются обоеполыми. Однополые цветки содержат либо тычинки, либо пестики. Растения с однополыми цветками делятся на однодомные — те, на которых есть и тычиночные, и пестичные цветки, и двудомные — те, на которых развиваются или тычиночные, или пестичные цветки.

Цветки могут быть одиночными или собранными в соцветия — группы цветков, расположенных в определенном порядке.

Соцветия более заметны для опылителей, легче опыляются ветром. На растениях, несущих соцветия, количество созревающих плодов значительно больше, чем на одиночных цветках.

Соцветия делят на простые и сложные. У простых соцветий на главной оси расположены цветки, у сложных — простые соцветия.

Простые соцветия — кисть (люпин), колос (подорожник), початок (кукуруза), простой зонтик (вишня), головка (клевер), корзинка (астры), щиток (рябина). Сложные соцветия — сложная кисть или метелка (сирень), сложный зонтик (петрушка), сложный колос (пшеница), сложный щиток (пижма).

Семя — орган, образующийся в результате полового размножения цветковых растений, служащий для расселения растений и развивающийся из семязачатка. Семя состоит из зародыша, эндосперма и семенной кожуры. Зародыш, в свою очередь, состоит из корешка, почечки и одной или двух семядолей. У однодольных семядоля одна, а запас питательных веществ содержится в эндосперме, у двудольных — две. Не-

которые из двудольных запас питательных веществ содержат не в эндосперме, а в семядолях. Семенная кожура образуется из покровов семяпочки и защищает зародыш от высыхания. Для прорастания семян необходимы определенные температура, влажность, воздух.

Покой семян — важное приспособительное свойство, предохраняющее от преждевременного прорастания.

Плоды — органы защиты и распространения семян, конечный этап развития цветка. Развиваются они из завязи цветка. Стенки завязи образуют околоплодник. В зависимости от типа околоплодника плоды делят на сухие и сочные, многосемянные и односемянные.

Сухие односемянные плоды — семянка, зерновка, орех (подсолнух, рожь, пшеница).

Сухие многосемянные плоды — боб, стручок, коробочка (соя, капуста, мак).

Сочные односемянные плоды — костянка (вишня, слива, абрикос).

Сочные многосемянные плоды — ягода (виноград, томат).

Особые виды сочных многосемянных плодов:

- яблоко — завязь погружена в ткань цветоложа (яблоня, груша, айва);

- тыква — околоплодник твердый, образован из нижней завязи (тыква, огурец, дыня);

- померанец — многогнездный плод, образованный из верхней завязи (апельсин, лимон, мандарин).

Плоды, образованные из нескольких цветков, называются соплодиями.

Сложные плоды:

- многоорешек;

- многокостянка;

- земляничина (мякоть земляники — это цветоложе, а настоящие плоды — орешки на поверхности земляничины).

Приспособления плодов к распространению связаны со способом распространения — с помощью животных, ветра, воды. Крючки, зацепки, цвет, вкус, летучки, парашютики и другие приспособления обеспечивают расселение растений в природе.

Вопросы и задания

1. Какова роль цветка в жизни растения?
2. Что общего и различного в процессах оплодотворения голо-семенных и покрытосеменных растений?
3. Назовите растения и типы их соцветий.
4. Расскажите о классификации плодов.

2.8. Ткани высших растений

Ткани — это устойчивые комплексы клеток, сходные по своему строению, происхождению и функциям. У прокариот и примитивных водорослей тканей нет. Клеточная дифференциация начинается у бурых водорослей и достигает максимума у покрытосеменных растений.

Различают следующие основные группы тканей (табл. 4): образовательные; основные; проводящие; покровные; механические; выделительные.

Таблица 4

Название тканей	Функции тканей	Локализация тканей
Образовательные меристемы: верхушечные (апикальные); боковые первичные (прокамбий и перицикл); вторичные (камбий и феллоген); вставочные; раневые	Деление клеток. Образование других тканей, верхушечный, поперечный, вставочный рост, регенерация тканей	Верхушка стебля, кончик корня, междоузлия, основание черешков листьев
Основа: ассимиляционная, запасная, воздухоносная и водоносная паренхимы	Фотосинтез, накопление продуктов обмена, газообмен. Запасание воды	Листья, стебель, плоды
Проводящие: ксилема (трахеиды и трахеи); флоэма (ситовидные трубки и клетки-спутники)	Транспорт воды и солей к листьям. Транспорт органических соединений от листьев к органам	Сосуды древесины. Ситовидные трубки луба

Название тканей	Функции тканей	Локализация тканей
Покровные: эпидерма; пробка; корка	Защита, газообмен, транспирация	Кожица листа, кора, кончик корня, кор- невые волоски
Механические (опорные, скелетные): колленхима; склеренхима (волокна и склериды)	Опора, защита, об- разование наруж- ного и внутреннего каркаса	Лубяные и древес- ные волокна, каме- нистые клетки
Выделительные	Секреция соков, нектара, влаги, продуктов обмена	Железистые волос- ки, нектарники, ги- датоиды, млечники

Вопросы и задания

1. При сборе бересты вред дереву наносится из-за поврежде-
ния:

- а) камбия;
- б) ксилемы;
- в) флоэмы;
- г) сердцевины.

2. Апокальная меристема находится:

- а) во всасывающей зоне корня;
- б) в верхушке стебля;
- в) во флоэме;
- г) в сердцевине стебля.

3. Механическая ткань — это:

- а) паренхима;
- б) мезенхима;
- в) склеренхима;
- г) эпидермис.

2.9. Вегетативные органы цветковых растений. Корень

Орган — это часть тела, состоящая из различных тканей, имеющая определенную форму и выполняющая определенные функции. Вегетативные органы обеспечивают обмен веществ и рост растения. К ним относят корень, стебель, лист.

Корень — орган растения, выполняющий функции закрепления растения в почве, почвенного питания водой и минеральными веществами, запасаения органических веществ, вегетативного размножения подземными частями.

Корень является осевым органом с радиальной симметрией. Верхушка корня покрыта корневым чехликом, под которым находится верхушечная меристема — образовательная ткань, обеспечивающая рост корня.

Разновидности корней: главный, боковые, придаточные. Совокупность всех корней одного растения образует корневую систему. Корневые системы двудольных растений, как правило, стержневые, корневые системы однодольных растений, как правило, мочковатые.

На продольном разрезе молодого корня видны четыре зоны:

1) зона деления (верхушечная меристема), образующая конус нарастания корня. Из этой группы клеток состоят клетки корневого чехлика и слизь, защищающие корень и облегчающие его продвижение в почве;

2) зона растяжения, образованная молодыми, растущими клетками. Здесь начинается формирование тканей корня: покровной — эпibleмы, проводящей ткани осевого цилиндра, боковой меристемы в виде перицикла, расположенного вокруг осевого цилиндра;

3) зона корневых волосков (зона всасывания), образованная выростами клеток эпibleмы (первичной однослойной всасывающей ткани корня, называемой еще ризодермой).

На поперечном срезе молодого корня в этой зоне обнаруживаются первичная кора, расположенная под эпibleмой, под которой находится эндодерма, окружающая центральный цилиндр. В центральном цилиндре можно увидеть сосуды ксилемы и флоэмы, сердцевину;

4) зона проведения. Здесь формируются боковые корни и вторичная структура корня многолетних растений. У однолетних сохраняется только первичная структура корня.

Образование вторичной структуры корня связано с формированием пробкового слоя на его поверхности. Эпibleма отмирает, и формируется слой вторичной боковой меристемы — камбий, отделяющий флоэму от ксилемы.

Транспорт воды из почвы в корень происходит пассивно благодаря разности осмотических давлений между цитоплаз-

мой клеток эпиблемы и водных растворов почвы. Указанная же разность давлений, в свою очередь, создается активно, с затратами энергии. Из клеток эпиблемы вода поднимается в проводящие элементы осевого цилиндра в результате роста осмотического давления. В сосудах корня давление достигает 3 атмосфер за счет затраты энергии растением. Вверх же по стеблю вода поднимается за счет испарения воды в листьях.

У многих растений встречаются видоизмененные корни: корнеплоды (редис, редька, свекла и т.д.), корневые клубни (георгин, батат). Корни многих растений вступают в симбиоз с грибами, образуя микоризы (грибокорни). Корни бобовых растений вступают в симбиоз с бактериями рода *Rhizobium*. В результате образуются клубеньки. Бактерии фиксируют атмосферный азот и обеспечивают им растения.

Вопросы и задания

1. Основную массу корневой системы злаков составляют корни:
 - а) боковые;
 - б) главные;
 - в) придаточные;
 - г) воздушные.
2. Клетки корневого чехлика образованы:
 - а) верхушечной меристемой;
 - б) камбием;
 - в) перициклом;
 - г) клетками эпиблемы.
3. Корни поглощают воду из почвы путем:
 - а) активного транспорта;
 - б) осмоса;
 - в) возникновения корневого давления.
4. Расскажите о видоизменениях корней.

2.10. Побег — стебель, лист

Побег — это стебель с расположенными на нем листьями и почками. Расположение почек и листьев на побеге бывает:

- супротивным;
- очередным;
- мутовчатым.

Элементы побега формируются из общей *апикальной* меристемы и обладают единой проводящей системой. Формирование побега относится к крупнейшим ароморфозам, обусловившим выход растений на сушу.

Укороченный зачаточный побег — почка состоит из зачаточного стебля и листьев (вегетативная почка) или цветков (генеративная почка). Почки, несущие в себе и листья, и цветки, называют смешанными. Верхушечные почки обеспечивают рост побега в длину, боковые (пазушные) обеспечивают ветвление побега. «Спящие почки» развиваются после отмирания вышележащих почек. Почки могут быть защищены почечными чешуями, и тогда их называют закрытыми. Почки без чешуй называют открытыми.

Стебель — осевой вегетативный орган с радиальной симметрией, обладающий верхушечным ростом. Главный стебель развивается из почечки зародыша семени. Функции стебля:

- опорная;
- проводящая;
- запасающая;
- фотосинтезирующая;
- рост и ветвление растения;
- вегетативное размножение.

Стебель травянистых растений состоит из эпидермы и основной ткани — ассимиляционной паренхимы. В ней располагаются проводящие сосудисто-волокнистые пучки, содержащие элементы ксилемы и флоэмы. В стеблях древесных растений ксилема и флоэма разделены камбием. На поперечном срезе такого стебля видны сердцевина, древесина с годичными кольцами, камбий, кора. Кора — это весь слой, расположенный кнаружи от камбия. Внутренний слой коры, прилегающий к камбию, образован лубом или флоэмой.

По характеру роста стебли делят на прямостоячие (сосна), ползучие (огурец), цепляющиеся, лазающие (лианы), вьющиеся (вьюнок).

Видоизмененные стебли образуют корневища, клубни, луковицы.

Лист — это орган растения, обладающий двусторонней симметрией и обеспечивающий функции фотосинтеза, транспирации и газообмена. Лист состоит из листовой пластинки

и черешка. В зависимости от количества листовых пластинок листья бывают простыми (с одной листовой пластинкой на черешке) и сложными (с несколькими листовыми пластинками, имеющими собственные черешки). Форма листьев и их расположение на стебле, тип жилкования являются важными систематическими признаками. Листья, не имеющие черешка, называют сидячими, листья с черешками — черешковыми.

Лист с обеих сторон покрыт эпидермисом. На нижней стороне листа находятся устьица, обеспечивающие газообмен и транспирацию. У водных растений устьица расположены на верхней стороне листа. Мякоть листа называют мезофиллом. Скелет листа образован сосудисто-волокнистыми пучками и механической тканью. Через черешок проводящие элементы листа связаны со стеблем. По характеру расположения жилок встречаются листья с сетчатым, дуговым и параллельным жилкованием. Сетчатое жилкование наиболее характерно для двудольных растений, дуговое и параллельное — для однодольных.

Фотосинтез происходит в столбчатой и губчатой тканях паренхимы. Столбчатая ткань примыкает к верхней коже, а губчатая — к нижней.

В зависимости от среды обитания у листьев возникли различные адаптации. У растений засушливых мест адаптации связаны с уменьшением испарения и накоплением запасов влаги. У растений влажных мест адаптации связаны с увеличением транспирации.

В зависимости от характера адаптаций сформировались видоизменения листьев: колючки (барбарис, кактус), усики (горох), ловчий аппарат (непентес), мясистые чешуи (лук), плотная кутикула (столетник).

Вопросы и задания

1. Из каких почек развиваются яблоки?

- а) Из вегетативных;
- б) из пазушных,
- в) из придаточных;
- г) из генеративных.

2. Если в одном узле побега развивается более двух листьев, то расположение листьев на этом побеге:

- а) супротивное;
- б) очередное;
- в) мутовчатое.

3. Если у растения параллельное или дуговое жилкование листьев, то у этого растения скорее всего:

- а) стержневая корневая система;
- б) мочковатая корневая система;
- в) с равной вероятностью может быть любая корневая система.

4. Простыми называют листья с:

- а) сетчатым жилкованием;
- б) одним черешком и одной листовой пластинкой;
- в) одним черешком и несколькими листовыми пластинками;
- г) несколькими черешками и несколькими листовыми пластинками.

ками.

5. Расскажите о видоизменениях побега.

2.11. Однодольные и двудольные растения

Цветковые растения делят на два класса — двудольные и однодольные. Основные признаки класса двудольных:

- в зародыше семени две семядоли;
- корневая система, как правило, стержневая;
- рост стебля в толщину обеспечивается камбием (боковой меристемой);
- листья обычно с сетчатым жилкованием, исключение — подорожник;
- цветки имеют двойной околоцветник. Число компонентов цветка кратно пяти, иногда четырем;
- основные жизненные формы — деревья, травы, кустарники.

Признаки класса однодольных: в зародыше одна семядоля; мочковатая корневая система; стебель не растет в толщину, так как не имеет камбия; листья простые, с параллельным или дуговым жилкованием, исключение — вороний глаз; число компонентов цветка кратно трем; околоцветник простой.

Классы цветковых растений делятся на отделы, порядки, семейства, роды, виды.

Некоторые семейства, входящие в эти классы, представлены в таблице 5.

Таблица 5

Семейство	Жизненная форма	Формула цветка	Плод	Представители	Значение
Крестоцветные	Травы	$\text{C}_4\text{L}_4\text{T}_{4+2}\text{P}_1$	Стручок или стручочек	Капуста, редька, редис, брюква	Пищевые и кормовые культуры, медоносы, сорняки
Розоцветные	Деревья, кустарники, травы	$\ast\text{C}_{(5)}\text{L}_5\text{T}_5\text{P}_1$ $\ast\text{C}_{5+5}\text{L}_5\text{T}_5\text{P}_1$	Многоорешек, костянка, яблоко, сложная костянка	Вишня, малина, абрикос, шиповник, яблоня, груша и др.	Декоративные, лекарственные растения, плодовые деревья
Бобовые	Кустарники, травы	$\uparrow\text{C}_{(5)}\text{L}_{1+2+(2)}\text{T}_{(9)+1}\text{P}_1$	Боб	Горох посевной, клевер красный, люпин, фасоль, люцерна	Кормовые и пищевые культуры, медоносы, сорняки
Пасленовые	Травы	$\text{C}_{(5)}\text{L}_{(5)}\text{T}_{(5)}\text{P}_1$	Ягода, коробочка	Картофель, томаты, дурман, белена	Пищевые, кормовые, декоративные культуры. Ядовитые растения применяются для приготовления лекарственных препаратов
Сложноцветные	Травы	$\ast\text{C}_{(5)}\text{L}_5\text{T}_5\text{P}_1$ цветки трубчатые $\uparrow\text{C}_{(5)}\text{L}_5\text{T}_5\text{P}_1$ цветки язычковые	Семянка	Подсолнечник, ромашка, астровые	Пищевые, декоративные культуры, медоносы

Семейство	Жизненная форма	Формула цветка	Плод	Представители	Значение
Лилейные	Травы	$*O_{3+3}T_{3+3}P_1$	Ягода, коробочка	Лук, чеснок, лилия, тюльпан	Пищевые культуры, лекарственные, декоративные растения
Злаковые	Травы	$O_{2+2}T_3P_1$	Зерновка	Пшеница, рожь, рис, овес, кукуруза, бамбук, мятлик	Хлебные и кормовые культуры, сорняки

Культурные растения возникли в результате одомашнивания диких видов и последующей многовековой селекции. Основной вклад в теорию происхождения культурных растений внес Н.И. Вавилов. Он связал генетическое разнообразие растений с местами их происхождения. Вавилов выделил семь центров многообразия и происхождения культурных растений (сейчас считают, что их больше):

- 1) Южно-Азиатский (Индия, Индокитай, Индонезия) — рис, манго, баклажан, цитрусовые и др.;
- 2) Восточно-Азиатский (Центральный Китай, Япония, Корея) — просо, соя, гречиха, лук, яблоня, груша, чай и др.;
- 3) Юго-Западно-Азиатский (Средняя Азия, Закавказье) — рожь, бобы, горох, морковь, репа и др.;
- 4) Средиземноморский — маслины, капуста, свекла, овес, укроп, петрушка, тмин и др.;
- 5) Абиссинский, или Эфиопский, — сорго, твердая пшеница, ячмень, бананы, лен и др.;
- 6) Центральноамериканский (Мексика и острова Мексиканского залива) — кукуруза, фасоль, какао, тыква, перец, томат, подсолнечник и др.;
- 7) Южноамериканский — картофель, хина, табак, арахис, ананас, гевея (из которой получают каучук) и др.

Одомашнивание растений началось в этих районах. Затем они были расселены и акклиматизированы в других регионах Земли.

Вопросы и задания

1. Какие органы капусты белокочанной употребляют в пищу:

- а) корнеплод и плод;
- б) стебель с листьями;
- в) листья;
- г) корни?

2. Какое из названных растений относится к семейству крестоцветных?

- а) Рябина;
- б) брюква;
- в) акация;
- г) лютик.

3. Какая из формул соответствует строению цветка бобовых:

- а) $Ч_{(9)}Л_{1+2+(3)}Т_{(8)+1}П_1$;
- б) $Ч_{(5)}Л_{1+2}Т_{(9)+1}П_1$;
- в) $Ч_{(5)}Л_{1+2+(2)}Т_{(9)+1}П_1$;
- г) $Ч_1Л_{1+2+(2)}Т_{(10)}П_1$?

4. Характерными для бобовых являются соцветия:

- а) простой зонтик и корзинка;
- б) колос и метелка;
- в) головка и кисть;
- г) щиток и сложный зонтик.

III ЖИВОТНЫЕ

3.1. Общая характеристика царства животных

Животные — одно из пяти царств живой природы, самое многочисленное по разнообразию и числу видов (около 2 млн видов).

Характерные особенности животных:

- гетеротрофное питание кусками;
- подвижность, активность;
- изменяемая форма тела, его пластичность у большинства видов;
- рост, ограниченный определенным периодом жизни;
- раздражимость, проявляющаяся в таксисах у одноклеточных и рефлексах у многоклеточных;
- в клетках отсутствуют клеточные стенки, пластыды, крупные вакуоли;
- запасным веществом клеток является гликоген.

Роль животных в природе и жизни человека:

- участвуют в круговороте веществ; являются консументами 1—3-го порядков, иногда выполняют функции редуцентов;
- создают условия жизни для внешних и внутренних паразитов; участвуют в распространении растений, грибов, бактерий;
- источник пищи, сырья, медикаментов;
- некоторые — возбудители заболеваний;
- имеют научное значение как объекты исследований;
- имеют эстетическое значение.

Животные адаптированы к средам обитания:

- наземно-воздушной — млекопитающие, птицы, рептилии, амфибии, брюхоногие моллюски, пауки, насекомые;
- почвенной — черви, многоножки, медведки, первично-бескрылые насекомые;

- водной — рыбы, водные млекопитающие, ракообразные, моллюски, иглокожие, черви — полихеты, пиявки;

- паразитизму в других организмах — простейшие, плоские и круглые черви, членистоногие.

Современная классификация животных позволяет определить место каждого вида в системе животного мира. Основные таксоны для классификации: тип, класс, отряд, семейство, род, вид.

Задание

Распределите перечисленные признаки организмов в соответствии с их принадлежностью:

- 1) животным;
- 2) растениям;
- 3) общие признаки для животных и растений:
 - а) активное передвижение;
 - б) в клетках присутствуют сократительные и пищеварительные вакуоли;
 - в) запасное вещество — крахмал;
 - г) есть клеточная стенка;
 - д) запасное вещество — гликоген;
 - е) гетеротрофы;
 - ж) автотрофы;
 - з) гаметы могут быть снабжены жгутиками;
 - и) размножение половое и бесполое;
 - к) преимущественно половое размножение;
 - л) паразитизм;
 - м) наличие хлорофилла;
 - н) двойное оплодотворение;
 - о) большинство организмов раздельнополо.

3.2. Общая характеристика простейших, их многообразие и значение в жизни человека

Простейшие — древнейшая группа живых организмов. Когда возникли первые простейшие, неизвестно. В западной литературе простейших не рассматривают в качестве животных и относят к царству протистов. А согласно новейшим системам среди простейших выделяют несколько царств.

Особенности простейших:

- состоят из одной клетки, осуществляющей все функции жизнедеятельности;
- обладают всеми особенностями эукариотической клетки;
- свободноживущие простейшие имеют дополнительные органоиды, позволяющие им вести самостоятельный образ жизни;
- у внутриклеточных паразитических простейших отсутствуют пищеварительные вакуоли и органеллы движения; у них сложный жизненный цикл, иногда со сменой хозяина; они обладают высокой плодовитостью;
- иногда простейшие образуют синцитий — многоядерные клетки.

Особенности жизнедеятельности простейших:

- обитают в воде, влажной почве, в других организмах;
- питание гетеротрофное или миксотрофное. Способы питания: фагоцитоз, пиноцитоз, диффузия, осмос;
- выделение продуктов обмена через сократительные вакуоли, а также путем диффузии;
- дыхание у свободноживущих аэробное, у паразитических форм — анаэробное (брожение);
- раздражимость проявляется в положительных и отрицательных таксисах;
- размножение бесполое — путем митотического деления или шизогонии; половое — путем копуляции или конъюгации;
- неблагоприятные условия переживают в виде цисты.

Роль простейших в природе и жизни человека:

- являются неперемнными участниками круговорота веществ и энергии в экосистемах, выступая в роли микроконсументов и редуцентов;
- образуют геологические залежи известняка, мела;
- служат объектами научного исследования;
- многие — паразиты человека и животных, а также возбудители заболеваний.

Тип Саркомастигофоры. Класс Саркодовые

Свободноживущий представитель — *амеба обыкновенная*. Клетка типичного эукариотического строения размером 0,2—0,7 мм. Живет амеба в пресноводных, илистых водоемах. Цитоплазма образует выросты — псевдоподии, или ложноножки, служащие для передвижения и фагоцитоза. У амебы есть пищеварительные и сократительные вакуоли. Она выполняет все функции самостоятельного организма.

К патогенным простейшим этого типа относится *дизентерийная амеба*, паразитирующая в кишечнике человека и вызывающая амёбную дизентерию.

Класс Жгутиковые

Эти простейшие имеют постоянную форму тела благодаря наличию оболочки — пелликулы. Органеллами движения у них являются один или несколько жгутиков. Свободноживущие жгутиковые обитают в воде и влажной почве. Среди них есть как фотосинтезирующие, так и нефотосинтезирующие организмы. Паразитические простейшие обитают в других организмах, их представитель — *эвглена зеленая*, имеющая веретенообразную форму и размер тела — около 0,05 мм. Она передвигается с помощью жгутика — цитоплазматического выроста, состоящего из тонких фибрилл. На переднем конце, у основания жгутика, расположена стигма — светочувствительный глазок. В цитоплазме помимо всех, характерных для животных клеток, органелл, находятся хроматофоры, содержащие хлорофилл. На свету эвглена способна к фотосинтезу. Поэтому ее относят к промежуточным (между растениями и животными) эволюционным формам. Размножается эвглена бесполым путем, делением клетки надвое по продольной оси. Половое размножение осуществляется путем копуляции (слияния клеток).

Представитель колониальных форм жгутиковых — *вольвокс*. К паразитическим жгутиковым относятся *лямблии* —

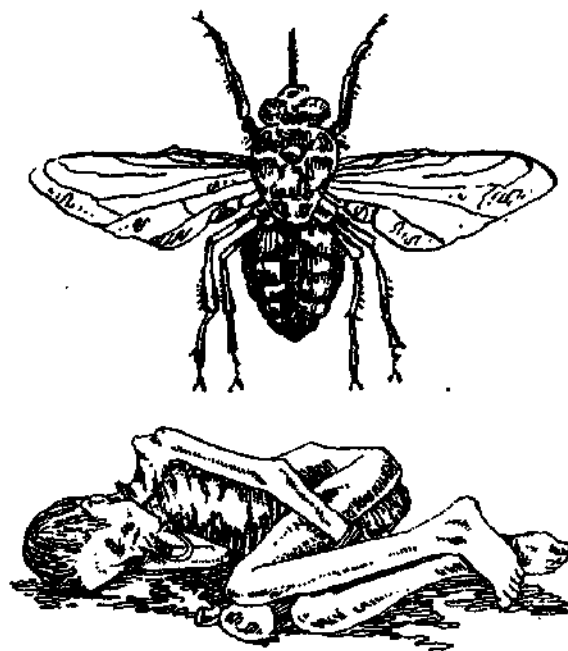


Рис. 30. Вверху — муха цеце, внизу — больной сонной болезнью на последних стадиях заболевания

паразиты тонкой кишки и желчевыводящих протоков у человека, а также *трипаномы* — возбудители опаснейшей сонной болезни.

Тип Споровики. Отряд Кровяные споровики

В эту группу относят паразитических простейших, представителем которых является *малярийный плазмодий*. Его жизненный цикл протекает со сменой хозяев (комар — человек), которые, заражая друг друга, способствуют распространению паразита.

Стадии заболевания малярией:

- заражение человека при укусе самкой *малярийного комара* из рода *Anopheles* — переносчиком возбудителей;
- проникновение возбудителя в кровь человека (стадия спорозонта);
- скрытый период заболевания, сопровождающийся *пигментацией* (размножением паразита в клетках печени);

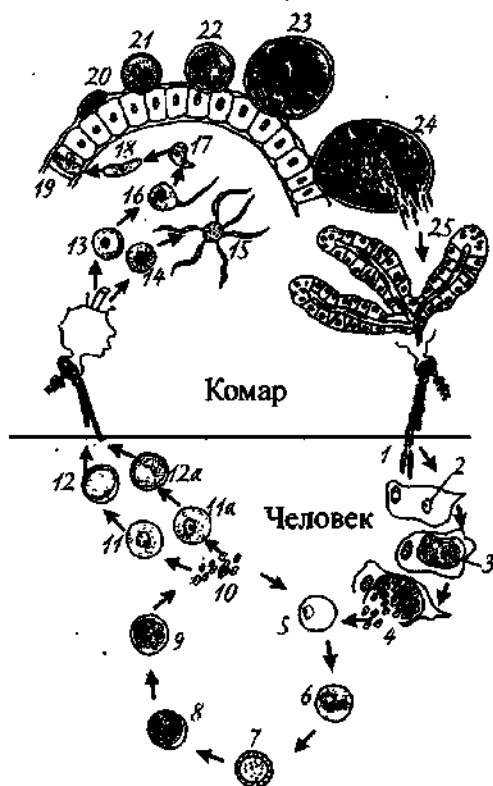


Рис. 31. Цикл развития малярийного плазмодия рода *Plasmodium* (ориг. схема Е. М. Хейсина):

1 — спорозоиты; 2—4 — шизогония в печени (2 — спорозоит, внедряющийся в печеночную клетку; 3 — растущий шизонт с многочисленными ядрами; 4 — шизонт, распадающийся на мерозоиты); 5—10 — эритроцитарная шизогония (5 — молодой шизонт в форме кольца; 6 — растущий шизонт с псевдоподиями; 7—8 — деление ядер внутри развивающегося шизонта; 9—10 — распад шизонта на мерозоиты и выход их из эритроцита, кроме мерозоитов, видны зерна пигмента); 11 — молодой макрогамонт; 11а — молодой микрогамонт; 12 — зрелый макрогамонт; 12а — зрелый микрогамонт; 13 — макрогамета; 14 — микрогамонт; 15 — образование микрогамет; 16 — копуляция; 17 — зигота; 18 — подвижная зигота; 19 — проникновение оокинеты сквозь стенку кишечника комара; 20 — превращение оокинеты в ооцисту на наружной стенке кишечника комара; 21, 22 — растущая ооциста с делящимися ядрами; 23 — зрелая ооциста со спорозоитами и остаточным телом; 24 — спорозоиты, покидающие ооцисту; 25 — спорозоиты в слюнной железе комара

- паразит превращается в *шизонтов*, которые, в свою очередь, после размножения превращаются в *мерозоиты*, которые живут и размножаются в эритроцитах крови;

- эритроцитарный период связан с цикличностью процессов: размножением мерозоитов в эритроцитах, массовой гибелью эритроцитов, выходом в кровь новых мерозоитов и токсичных продуктов их обмена, вызывающих лихорадку, заражением новых эритроцитов;

- после нескольких циклов из мерозоитов образуются сначала незрелые половые клетки — *гамонты* (микро- и макрөгегез).

Для дальнейшего развития они должны попасть в желудок малярийного комара, укусившего больного малярией человека. В желудке комара происходит созревание мужских и женских гамет и последующая их копуляция. Образуется подвижная зигота. После многократного деления зиготы образуются спорозоиты, заключенные в оболочку. Затем оболочка разрушается, спорозисты переходят в полость тела, а позже — в слюнные железы комара.

Тип Инфузории. Класс Ресничные инфузории

Инфузория-туфелька — представитель класса, имеет размер 0,1—0,3 мм. (Инфузорий известно около 6 тыс. видов.)

Отличительные особенности этих животных:

- пелликула покрыта ресничками, служащими для передвижения;

- в эктоплазме оболочки находятся *трихоцисты* — органы защиты инфузории;

- в клетке два ядра — вегетативное, полиплоидное (макронуклеус) и генеративное, диплоидное (микронуклеус);

- ротовое углубление на теле образует ротовую воронку (перистом), переходящую в клеточный рот (цитостом), ведущий в глотку, где формируются пищеварительные вакуоли, переваривающие пищу;

- непереваренные остатки удаляются через порошицу;

- две сократительные вакуоли расположены в противоположных концах тела, через них выводится избыток воды и продукты обмена веществ.

Размножение инфузории происходит бесполом путем, продольным делением клетки. Интересен у инфузорий и поло-

вой процесс: между двумя особями образуется цитоплазматический мостик, макронуклеусы разрушаются, а микронуклеусы делятся мейозом с образованием четырех гаплоидных ядер, три из которых погибают, а четвертое делится пополам, но уже митозом, образуя два ядра: одно — стационарное, другое — мигрирующее. Затем между инфузориями происходит обмен мигрирующими ядрами. Потом стационарное и мигрировавшее ядра сливаются, особи расходятся, и в них снова образуются микро- и макронуклеусы.

Следует заметить, что половой процесс у инфузорий не приводит к увеличению числа особей.

К паразитическим инфузориям относится паразит толстого кишечника человека — *инфузория-балантидий*.

Вопросы и задания

1. Из перечисленных организмов к классу саркодовых относят:

- а) стрептококк;
- б) хламидомонаду;
- в) инфузорию-туфельку;
- г) амёбу.

2. Из названных простейших не имеет рта или глотки:

- а) инфузория-туфелька;
- б) амёба обыкновенная;
- в) эвглена зеленая;
- г) стилонихия.

3. Где образуются шизонты малярийного плазмодия:

- а) в слюнных железах комара;
- б) в клетках печени человека;
- в) в эритроцитах человека;
- г) в желудке комара?

4. К колониальным простейшим относят:

- а) амёбу обыкновенную;
- б) вольвокса;
- в) лямблий;
- г) инфузорий.

5. К простейшим, не имеющим пелликулы, относится:

- а) амёба обыкновенная;
- б) инфузория-туфелька;

- в) эвглена зеленая;
- г) инфузория-балантидий.

6. Перечислите ароморфозы, с которыми связано возникновение простейших.

7. Опишите цикл развития малярийного плазмодия.

3.3. Тип Кишечнополостные.

Общая характеристика, многообразие видов

Тип кишечнополостных насчитывает около 9 тыс. видов. Они произошли от колониальных простейших — жгутиконосцев и распространены во всех морях и пресноводных водоемах. Тип кишечнополостных разделяют на три класса: гидроидные, сцифоидные и коралловые полипы.

Основные ароморфозы, способствовавшие появлению кишечнополостных:

- возникновение многоклеточности в результате специализации и объединения взаимодействующих между собой клеток;
- возникновение двуслойного строения;
- возникновение полостного пищеварения;
- появление дифференцированных по функциям частей тела;
- появление радиальной симметрии.

Кишечнополостные ведут водный, свободный или сидячий образ жизни. Это двухслойные животные, в онтогенезе формирующие два зародышевых листка — экто- и энтодерму, между которыми находится *мезоглея* — опорная пластинка. Их внутренняя полость называется гастральной. Здесь переваривается пища, остатки которой удаляются через рот, окруженный щупальцами (у гидр).

Класс Гидроидные

Представитель этого класса — пресноводная гидра.

Гидра — полип размером около 1 см. Живет она в пресноводных водоемах, прикрепляясь к субстрату подошвой. Передний конец тела животного образует рот, окруженный щупальцами. Тело гидры покрыто эктодермой, состоящей из нескольких видов клеток:

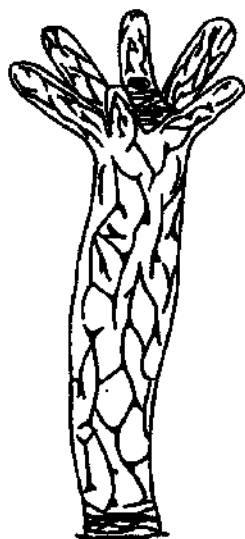


Рис. 32. Схема расположения нервных клеток в теле гидры (по Гессе)

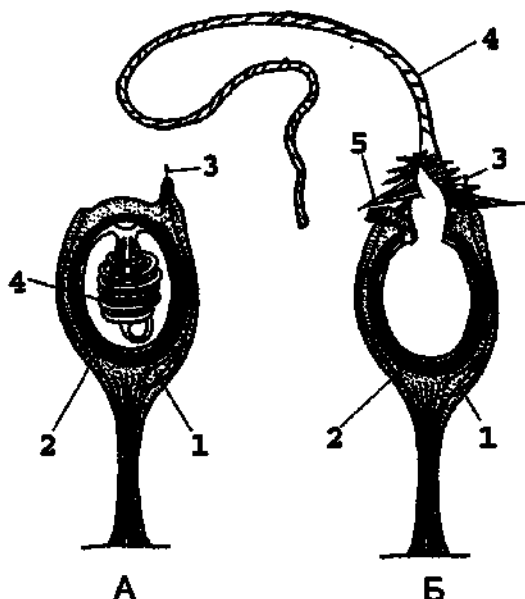


Рис. 33. Стрекательные клетки:
А — в покоем состоянии,
Б — с выброшенной стрекательной нитью (по Кюну): 1 — ядро; 2 — стрекательная капсула; 3 — книдоцит; 4 — стрекательная нить с шипиками; 5 — шипы

- эпителиально-мускульных;
- промежуточных;
- стрекательных;
- половых;
- нервных.

Энтодерма гидры состоит из эпителиально-мускульных, пищеварительных клеток и железистых клеток.

Важные особенности кишечнополостных:

1) наличие стрекательных клеток во внешнем слое. Они развиваются из промежуточных и состоят из стрекательной капсулы, наполненной жидкостью, и стрекательной нити, помещенной в капсуле. Стрекательные клетки служат оружием нападения и защиты;

2) полостное пищеварение с сохранением внутриклеточного пищеварения.

Гидры — хищники, питающиеся мелкими ракообразными и мальками рыб.

Дыхание и выделение осуществляются всей поверхностью их тела.

Раздражимость проявляется в виде двигательных рефлексов. Наиболее отчетливо на раздражение реагируют щупальца, так как в них плотно сосредоточены нервные и эпителиально-мышечные клетки.

Размножаются гидры почкованием и половым путем. Половой процесс происходит осенью. Некоторые промежуточные клетки эктодермы превращаются в половые клетки. Оплодотворение происходит в воде. Весной появляются новые гидры. Среди кишечнополостных встречаются гермафродиты и раздельнополые животные.

Для многих кишечнополостных характерно чередование поколений. Например, из полипов образуются медузы, из оплодотворенных яиц медуз развиваются личинки — планулы, из личинок снова развиваются полипы.

Гидры способны восстанавливать утраченные части тела благодаря размножению и дифференцировке неспецифических клеток. Это явление называют *регенерацией*.

Класс Сцифонидные

Этот класс объединяет медуз больших размеров (представители — *корнерот*, *аурелия*, *циanea*).

Медузы обитают в морях. В их жизненном цикле закономерно чередуются половое и бесполое поколения. Тело по форме напоминает зонтик и состоит в основном из студенистой мезоглеи, покрытой снаружи одним слоем эктодермы, а изнутри — слоем энтодермы. По краям зонтика расположены щупальца, окружающие рот, находящийся на нижней стороне. Рот ведет в гастральную полость, от которой отходят радиальные каналы, которые соединяются между собой кольцевым каналом. В результате образуется гастральная система.

Нервная система медуз сложнее нервной системы гидр. Кроме общей сети нервных клеток, по краю зонтика расположены скопления нервных ганглиев, образующих сплош-

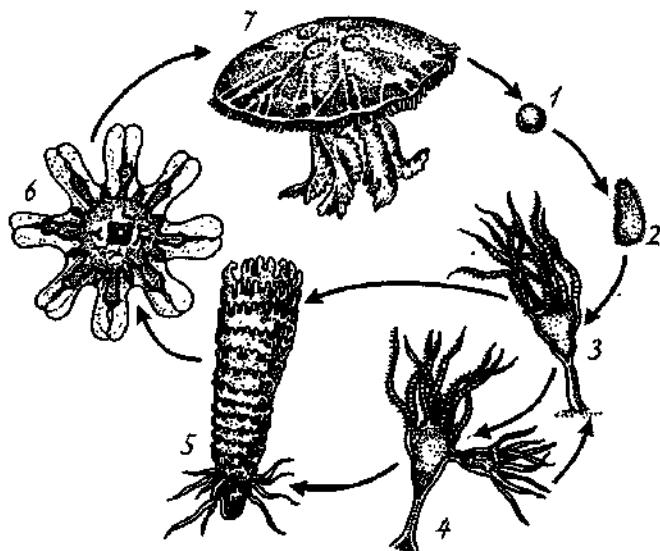


Рис. 34. Развитие сцифомедузы:

1 — яйцо; 2 — планула; 3 — одиночный полип; 4 — почкующийся полип; 5 — делящийся полип; 6 — молодая медуза; 7 — взрослая медуза

ное нервное кольцо и особые органы равновесия — статоцисты. У некоторых медуз появляются светочувствительные глазки, чувствительные и пигментные клетки, соответствующие сетчатке глаза высших животных.

Медузы раздельнополы. Их половые железы расположены под радиальными каналами или на ротовом стебельке. Половые продукты выходят через рот в море. Из зиготы развивается свободноживущая личинка — *планула*, которая весной превращается в маленького полипа.

Класс Коралловые полипы

Включает одиночные (*актинии*) или колониальные формы (*красный коралл*). Они имеют известковый или кремниевый скелет, образованный кристаллами игловидной формы, живут в тропических морях, размножаются бесполым и половым путями (медузной стадии развития нет). Скопления коралловых полипов образуют коралловые рифы.

Вопросы и задания

1. Перечислите основные ароморфозы кишечнополостных.
2. Чем отличается строение эктодермы от строения энтодермы?
3. Каковы особенности пищеварения у гидры?
4. Каковы различия в строении нервных систем гидр и медуз?
5. Каковы особенности бесполого и полового размножения полипов и медуз?
6. Установите соответствие типов клеток гидры слоям тела, к которым они относятся (А — эктодерма, Б — энтодерма):
 - а) кожно-мускульные;
 - б) железистые;
 - в) стрекательные;
 - г) нервные;
 - д) пищеварительно(эпителиально)-мускульные;
 - е) промежуточные;
 - ж) яйцеклетки;
 - з) сперматозоиды.

3.4. Сравнительная характеристика представителей типа Плоские черви

Плоские черви — древняя группа животных, время происхождения которых неизвестно. Представлены они тремя классами — ресничные (свободноживущие формы), сосальщики и ленточные (паразитические формы).

Основные ароморфозы, обеспечившие возникновение и развитие кишечнополостных:

- развитие в эмбриогенезе третьего зародышевого листка — мезодермы;
- возникновение мышечной, соединительной, эпителиальной и нервной тканей;
- возникновение нервной, пищеварительной, выделительной и репродуктивной систем органов;
- возникновение двусторонней симметрии;

- развитие узловой нервной системы;
- возникновение органов выделения
- образование постоянных половых .

Так же, как и у кишечнополостных. замкнутый кишечник, имеющий лишь од-
ное, оно же и анальное.

Характеристика классов плоских ч
таблице 6.

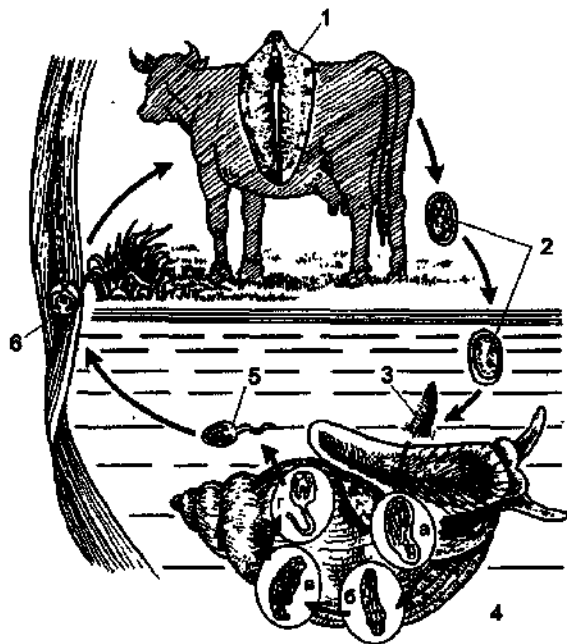
Ресничные черви — белая планария	Сосальщики — печеночный сосальщик	
Свободноживущие	Эндопаразиты	
1. Не имеют аппарата фиксации	1. Есть ротовая и брюшная присоски	1
2. Нет кутикулярного слоя	2. Тело покрыто плотной кутикулой	г
3. Эпителий реснич- ный. Кишечник раз- ветвленный	3. Кишка разветв- лена слабо	ж (г 2.
4. Есть органы чувств	4. Органов чувств нет	но 3. те.
5. Жизненный цикл без смены хозяев, про- стой	5. Жизненный цикл происходит со сменой хозяина	но 4. 1 5. 2 про- хозя.

Ниже дано сравнение жизненных цик-
лов (таблица 7).

Печеночный сосальщик	
1. Яйцо сосальщика развивается в воде	1. Я. даты: окон заяни
2. Из яйца выходит личинка, покрытая рес- ничным эпителием — <i>мирацидий</i>	2. Есг прогл рогать них в разовь онкос ные кр
3. Мирацидий внедряется в моллюска — ма- лого прудовика (промежуточный хозяин)	

Печеночный сосальщик

4. Из моллюска выходит плавающая хвостатая личинка – церкарий, которая прикрепляется к растениям и инцистируется, превращаясь в адолескарию
5. Адолескарии, проглоченные домашними животными или человеком (окончательный хозяин), развиваются во взрослого сосальщика
6. Взрослый червь (гермафродит) размножается половым путем, откладывая яйца
7. Приспособления к паразитическому образу жизни: появление кутикулы, развитие присосок, большая плодовитость, смена хозяев. Способность к анаэробному дыханию



- 1 – взрослая особь из желчных ходов печени рогатого скота; 2 – яйцо; 3 – мирацидий (во внешней среде); 4 – развитие личиночных стадий в организме промежуточного хозяина – малого прудовика; 5 – свободноплавающая церкария; 6 – инцистировавшиеся на траве адолескарии (а – споронисты; б, в – редии; г – церкарии)

Бычий цепень

3. Личинки попадают в мышцы тела животного, где образуют финны – пузырьки, с свернутой внутри головкой и шейкой червя
4. Заражение человека происходит при употреблении в пищу плохо проваренного или прожаренного мяса
5. Финна в организме человека превращается в половозрелую форму.
6. По мере роста червя образуются новые членики. В каждом членике есть свой половой аппарат. Мужской состоит из семенников, семяпроводов, семяизвергательного канала и копулятивного органа. Женский – из яичника, яйцевода и желточника, открывающихся в оотип. Цепни – гермафродиты
7. Приспособления к образу жизни: наличие кутикулы, присосок, крючков, большая плодовитость, отсутствие пищеварительной системы, смена хозяев, способность к анаэробному дыханию

Вопросы и задания

1. Малый прудовик является промежуточным хозяином:

- а) для бычьего цепня;
- б) для эхинококка;
- в) для свиного солитера;
- г) для печеночного сосальщика.

2. Название ресничной личинки печеночного сосальщика:

- а) адолескария;
- б) мирацидий;
- в) церкарий;
- г) онкосфера.

3. Назовите все возможные приспособления плоских червей к паразитическому образу жизни.

4. Чем отличается пищеварение сосальщиков от пищеварения ленточных червей?

5. Чем отличается обмен веществ планарий от обмена веществ ленточных червей?

6. Перечислите меры предупреждения заражения плоскими гельминтами.

3.5. Тип Первичнополостные, или Круглые черви

Известно около 10 тыс. видов этих животных. Их предками были, по-видимому, какие-то плоские черви. Появление круглых червей сопровождалось следующими ароморфозами:

- возникновением первичной полости тела;
- прогрессивным развитием нервной системы — формированием ганглиев, окологлоточного нервного кольца, спинного и брюшного нервных стволов и комиссур (соединений между стволами);
- появлением заднего отдела кишечника и анального отверстия, что обеспечило поэтапность и непрерывность пищеварения;
- появлением мышечных тяжей;
- возникновением раздельнополой репродуктивной системы и внутреннего оплодотворения.

С плоскими червями круглых сближает несегментированное строение тела, наличие кожно-мускульного мешка и одинаковых систем внутренних органов, двусторонняя симметрия.

Среди нематод, или собственно круглых червей, есть паразиты человека. В тонком кишечнике человека паразитирует *аскарида человеческая*. Это раздельнополые животные, причем самка крупнее самца. Она откладывает более 200 тыс. яиц в сутки. Яйца покрыты несколькими плотными оболочками, защищающими зародыш от неблагоприятных условий среды. Заражение происходит путем проглатывания человеком яиц аскариды при употреблении немытых овощей или фруктов или несоблюдении правил личной гигиены. Развитие животных идет без смены хозяев. При благоприятных условиях уже в яйцах формируются личинки, способные к развитию в организме человека. Такие яйца называются *инвазионными*. В желудочно-кишечном тракте человека они выходят из яиц. С током крови личинки попадают в печень, затем через сердце по малому кругу кровообращения достигают альвеол легких. Здесь они развиваются. Затем личинки «откашливаются» в глотку и снова проглатываются. Через 2—2,5 месяца из личинок развиваются взрослые аскариды, способные к оплодотворению.

Детская острица — небольшой червь, паразитирующий в кишечнике человека. Вызываемое заболевание — энтеробиоз. Яйца попадают в рот с грязных рук. Личинки вылупляются в тонкой кишке, мигрируют к заднему проходу и выходят для откладывания яиц на кожу. Зуд в анальном отверстии заставляет расчесывать кожу. Затем происходит самозаражение, так как яйца остриц остаются при расчесывании кожи под ногтями.

Профилактика гельминтозов. Гельминтозы — заболевания, вызванные паразитическими червями, которые проявляются в слабости, тошноте, болях в животе, поносах, запорах и т.д.

Черви выделяют токсичные продукты собственного обмена, повреждают стенки кишечника, закупоривают просветы

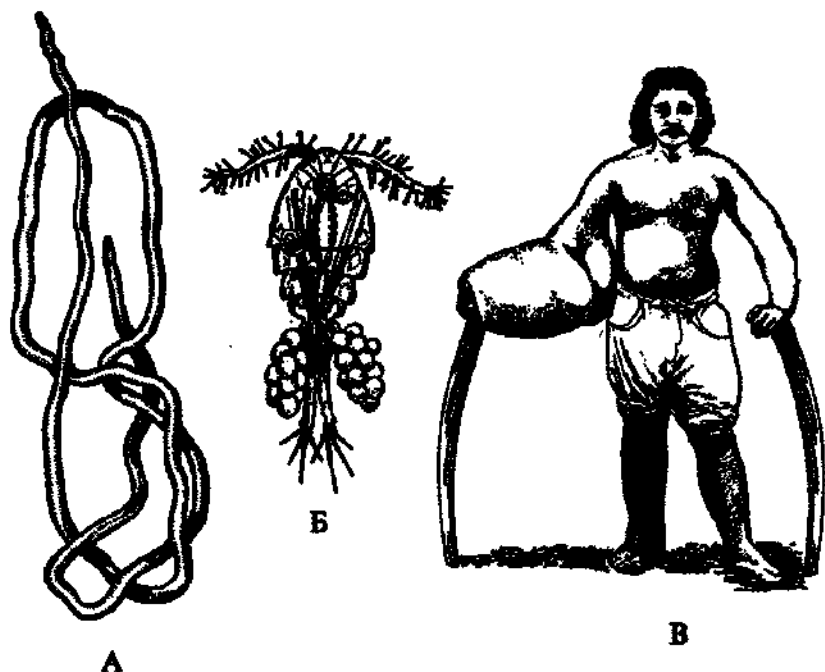


Рис. 35. Нитчатки — паразиты человека. А — ришта (*Dracunculus medinensis*) — взрослая самка; Б — личинка ришты в циклопе (по Павловскому); В — слоновая болезнь (элефантиазис), причиненная нитчаткой Банкрофта (по Бруннту)

кишечника. Профилактика данных заболеваний связана с соблюдением правил личной и общественной гигиены, выявлением, изоляцией и лечением больных, проведением ветеринарных и экологических мероприятий.

Вопросы и задания

1. К круглым червям относится:

- а) эхинококк;
- б) многоглазка;
- в) острица;
- г) белая планария.

2. У человеческой аскариды:

- а) трехслойное строение тела и двусторонняя симметрия;
- б) двухслойное строение тела и двусторонняя симметрия;

в) трехслойное строение тела и лучевая симметрия;

г) двухслойное строение тела и лучевая симметрия.

3. Выберите признаки, относящиеся к аскариде:

а) размножаются в кишечнике человека;

б) гермафродит;

в) промежуточный хозяин — муха;

г) раздельнополые черви;

д) свободноживущий червь;

е) личинка развивается в легких человека.

4. Пищеварительной системы не имеет:

а) аскарида;

б) печеночный сосальщик;

в) широкий лентец;

г) черная планария.

5. Расскажите о цикле развития аскариды.

6. Каковы меры предупреждения заболевания аскаридозом и энтеробиозом?

3.6. Тип Кольчатые черви.

Общая характеристика

Тип насчитывает около 9 тыс. видов. Уровень организации животных, входящих в этот тип, значительно выше, чем у плоских и круглых червей. Время возникновения кольчатых червей неизвестно. Их предками были, возможно, примитивные плоские черви.

Основные признаки типа:

- во внешнем строении различают головную лопасть с органами чувств, сегментированное туловище и заднюю лопасть;

- кожно-мускульный мешок хорошо развит;

- целом, или вторичная полость тела; пищеварительная система, как правило, состоит из ротовой полости, глотки, средней кишки и задней кишки и заканчивается анальным отверстием;

- у большинства видов кровеносная система замкнутого типа;

- нервная система состоит из парного головного мозга,

пары окологлоточных нервных стволов, брюшной нервной цепочки. У большинства представителей типа в каждом сегменте расположены парные нервные ганглии. Органы чувств представлены глазами, обонятельными ямками, щупальцевидными придатками, органами равновесия —статоцистами;

• примитивные формы раздельнополы, у многих появился гермафродитизм.

Тип делят на два подтипа: поясковые и беспоясковые. В подтипе поясковых единственным классом являются многощетинковые кольчецы (полихеты), в котором выделяют два подкласса — бродячие и сидячие. К подтипу беспоясковых относятся класс малощетинковых (олигохеты) и класс пиявок.

Многощетинковые — в основном морские кольчатые черви, ведущие придонный образ жизни (*нереис, афродита, пескожил*). У них хорошо развиты органы чувств в виде щупиков, глаз. На каждом сегменте животных расположены примитивные ножки — параподии, служащие для передвижения. Их тело покрыто однослойным эпителием, выделяющим тонкую кутикулу. Черви раздельнополы, имеют не прямое развитие. Личинку называют *трохофорой*, она имеет реснички для передвижения.

Малощетинковые — обитатели почвы и водоемов. Их параподии редуцированы, а органы чувств развиты слабо. Глаз у животных нет, поэтому свет воспринимается светочувствительными клетками. Дышат они поверхностью тела. *Дождевые черви* — гермафродиты. Развитие червя проходит без личиночной стадии.

Пиявки — свободноживущие полухищники-полупаразиты, питающиеся кровью. Они присасываются к телу жертвы с помощью присосок, имеющих на переднем и заднем концах тела. В глотке имеются железы, выделяющие гирудин —антисвертывающее вещество. Пиявки — гермафродиты.

Особенности строения кольчецов. Кожно-мускульный мешок состоит из наружных кольцевых и внутренних продольных мышц, что обеспечивает разнообразие движений червя. Целом — вторичная полость тела, образовавшаяся внутри

мезодермы, делится на участки, число которых соответствует количеству сегментов тела. Он выполняет опорную, распределительную, выделительную и половую функции. Опорная функция объясняется несжимаемостью целомической жидкости. При сокращении мышц тело становится упругим. В целом питательные вещества поступают из кишечника, затем они распределяются в организме. В целоме созревают половые продукты. Пищеварительная система состоит из обычных для кольчатых червей отделов. У малощетинковых средняя кишка образует складку. У некоторых хищных видов многощетинковых в глотке образуются хитиновые зубы.

Органы дыхания — жабры, отдельные участки пароподий, вся поверхность тела.

Кровеносная система замкнута. Состоит из брюшного и спинного продольных сосудов, сообщающихся с кольцевыми сосудами, выполняющими роль сердца. Сокращения спинного и передних кольцевых сосудов обеспечивают ток крови по телу червя. По спинному сосуду кровь течет вперед, а по брюшному — назад.

Выделительная система образована метанефридиями — выделительными каналами, каждый из которых проходит через два сегмента тела и выходит наружу. Конец канала, открывающийся в целом, окружен ресничками.

Нервная система узловая, ганглиозного типа.

В процессе эволюции от кольчатых червей возникли членистоногие.

Значение кольчатых червей. Многощетинковые служат кормом рыбам, крабам и другим животным.

Дождевые черви положительно влияют на плодородие почвы, разрыхляя ее. Это облегчает проникновение в почву воды и воздуха. Черви перемешивают и удобряют почву растительными остатками, способствуя образованию гумуса. Они также входят в рацион рыб и других обитателей пресноводных водоемов.

Пиявки используют в медицине для лечения таких заболеваний, как тромбозы сосудов, гипертония и др.

Вопросы и задания

1. У кольчатых червей нервная система состоит из:

- а) спинной и брюшной нервных цепочек;
- б) окологлоточного нервного кольца и спинной нервной цепочки;
- в) окологлоточного кольца и брюшной нервной цепочки.

2. У кольчатых червей мускулатура:

- а) кольцевая и продольная;
- б) только кольцевая;
- в) только продольная;
- г) поперечная, продольная и кольцевая.

3. Из перечисленных животных к малощетинковым кольчатым червям относится:

- а) серпула;
- б) афродита;
- в) пиявка;
- г) морская nereida.

4. Исключите из списка лишнее животное:

- а) пиявка;
- б) морская nereida;
- в) трубочник;
- г) аскарида;
- д) дождевой червь.

5. Перечислите ароморфозы кольчатых червей.

6. Что такое целом и какова его связь с внутренними органами кольчатых?

3.7. Тип Членистоногие. Общая характеристика

Наиболее высокоорганизованный тип беспозвоночных животных. Он насчитывает около 1 млн 500 тыс. видов и представлен водными и сухопутными животными, обладающими сегментированным телом и членистыми конечностями.

Основные признаки членистоногих:

- гетерономная сегментация тела, т.е. разные участки тела обладают сегментами разного строения, причем многие сегменты сливаются друг с другом. Тело разделено на голову, грудь и брюшко (у скорпионов — два брюшка). У паукообразных и некоторых ракообразных голова и грудь объединяются в головогрудь;

- членистые конечности разделены на отделы, которые соединяются друг с другом и с телом суставами. Конечности, расположенные на разных отделах тела, дифференцированы по функциям — захват пищи, передвижение, дыхание и др.;

- тело покрыто хитиновой кутикулой, состоящей из липидов, протеинов, хитина, углекислой извести. Растут членистоногие, только сбросив хитиновый покров во время линьки;

- мускулатура представлена отдельными мышечными пучками; мышечные волокна имеют поперечно-полосатую структуру;

- полость тела (миксоцель) смешанная, образованная из первичной полости и слившихся целомических мешков. В ней располагаются внутренние органы;

- пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишок; пища обрабатывается секретами пищеварительных желез;

- кровеносная система незамкнутая, имеется сердце. В кровеносной системе циркулирует гемолимфа, состав которой частично соответствует составу крови, а частично — составу целомической жидкости;

- органы дыхания представлены жабрами, легкими и трахеями;

- нервная система по строению сходна с нервной системой кольчатых червей. Происходит еще большее слияние ганглиев брюшной нервной цепочки;

- выделительная система представлена мальпигиевыми сосудами;

- размножаются только половым путем, обычно раздельнополы, часто выражен половой диморфизм. Развитие как прямое, так и непрямое.

Наиболее важны классы: ракообразные, паукообразные и насекомые.

Ракообразные представлены в основном водными животными. Некоторые, например *крабы* и *мокрицы*, могут жить на суше. Низшие ракообразные: *дафнии*, *циклопы*. Высшие ракообразные: *раки*, *омары*, *креветки*, *крабы* и др.

Покровы животных образованы хитиновой кутикулой, образующей наружный скелет. **Мышцы** образуют пучки, соединяющие соседние сегменты или членики конечности.

На голове речного рака находятся пять пар придатков. Первая пара — антеннулы, выполняющие функции органов осязания и обоняния. Вторая пара — антенны, имеющие вид длинных усиков и выполняющие функции органов чувств, а иногда и передвижения. Затем следуют верхние челюсти — жвалы (мандибулы), размельчающие пищу, и первые и вторые нижние челюсти — максиллы. Первые три пары грудных конечностей (ногочелюсти) речного рака выполняют функции дыхания (жабры), захвата, удержания, измельчения и проталкивания пищи. Следующая пара грудных конечностей образована мощными клешнями. Ходильные ноги имеют одноветвистое строение. В их основании расположены жабры. Брюшные ноги развиты слабо и выполняют дыхательную функцию, а у самцов первые две пары брюшных ножек видоизменены в совокупительный аппарат.

Пищеварительная система состоит из трех отделов. Кишка хитинизирована, что важно для перетирания пищи. Желудок разделен на жевательный и цедильный отделы. В жевательном отделе кутикула толще и имеет зазубрины. В цедильной части пища фильтруется. Есть пищеварительная железа, проток которой открывается в короткую среднюю кишку. Она совмещает функции печени и поджелудочной железы. Задняя кишка заканчивается анальным отверстием.

Дыхание. Раки дышат жабрами, расположенными на конечностях.

Кровеносная система животных не замкнута. Она состоит из сердца, расположенного на спинной стороне тела, и крупных сосудов. Гемолимфа из сердца поступает в сосуды, а из сосудов в полость тела, затем она направляется к жабрам, где происходит насыщение гемолимфы кислородом, после чего она снова поступает в сердце.

Нервная система раков близка по строению к нервной системе кольчатых червей. Развитие идет в направлении сближения нервных узлов. Достаточно сложно устроен их головной мозг.

Выделительная система представлена двумя парами выделительных (зеленых) желез. Их протоки открываются у основания антенн (первая пара) и у основания второй пары нижних челюстей (вторая пара). Извитые каналы желез впадают в мочевой пузырь.

Размножение. Раки раздельнополы. Развитие речного рака происходит без метаморфоза. Его первая и вторая пара брюшных ножек превратились в копулятивные органы. Сперматозоиды проникают в семяприемники и там хранятся до момента выхода яиц из женских половых отверстий. Тогда и наступает оплодотворение. Из яйца выходит маленький рачок.

Значение ракообразных. Некоторые, например циклопы, служат промежуточными хозяевами для развития ленточных червей. Есть паразитирующие формы, например карпоеды. Существенна роль ракообразных в очистке водоемов. Их употребляет в пищу человек.

Подтип хелицеровые, класс Паукообразные

Насчитывает около 36 тыс. в основном наземных видов. Отряды: *скорпионы, пауки, клещи.*

Основные признаки паукообразных:

- шесть пар конечностей, первые две пары из которых превращены в хелицеры и педипальпы, захватывающие и измельчающие пищу. У скорпионов педипальпы превратились в клешни, а остальные четыре пары — ходильные ноги. На брюшке находятся гомологи конечностей: паутинные бородавки, легочные мешки, трахеи, половые крышечки;

- покровы образованы прочной, трехслойной хитиновой кутикулой, под которой, как и у ракообразных, находится слой гиподермального эпителия. Кутикула предохраняет жи-

вотное от иссушения. Особенности кутикулы обеспечили распространение паукообразных в самых засушливых регионах;

- **пищеварительная система** отличается наличием мускулистой сосательной глотки и слюнных желез, секреты которых расщепляют белки. Питаются пауки жидкой пищей. Пищеварение у них внекишечное; добыча сначала убивается, затем разжижается секретом слюнных желез, а затем засасывается глоткой. Большинство паукообразных — хищники. Пауки ловят добычу в ловчую сеть — паутину, образованную клейким секретом паутинных желез и сплетенную ножками паука;

- **выделительная система** представлена мальпигиевыми сосудами;

- **кровеносная система** не замкнута;

- **дыхательная система** представлена легочными мешками или трахеями либо теми и другими одновременно. Газообмен происходит в складках легочных мешков, которые омываются гемолимфой. Трахеи начинаются отверстиями — дыхальцами, которые расположены на боковых поверхностях брюшных сегментов (по одной паре на каждом сегменте);

- **нервная система** состоит из головного мозга и брюшной нервной цепочки; органы чувств — простые глаза и органы осязания, расположенные на спинной стороне груди;

- **развитие** прямое (за исключением клещей). Паукообразные раздельнополые животные — с внутренним оплодотворением. Они откладывают яйца или живородящи.

Значение паукообразных. Укусы скорпиона или тарантула ядовиты. Укус каракурта смертелен для человека. Клещи — кровососущие эктопаразиты диких и домашних животных, а также человека. Животные являются переносчиками энцефалита. Внутрикожным паразитом является чесоточный клещ. Защита от паукообразных заключается в обработке мест распространения клещей ядохимикатами, в ношении защитной одежды во время работы или прогулок в лесу.

Класс Насекомые

Насчитывает около 1 млн видов.

Тело насекомых разделено на голову, грудь и брюшко. Они появились в позднем палеозое, в девонском периоде. Протошлись от червеобразных многоножек.

Особенности строения насекомых:

- голова состоит из пяти слившихся сегментов. На нижней стороне головы находится рот. По бокам его расположены два сложных глаза. Между ними могут быть простые глазки. На голове находится одна пара усиков, или сяжек, выполняющих функции осязания и обоняния;

- грудь состоит из трех слившихся сегментов, каждый из которых несет одну пару конечностей. Всего у насекомых три пары конечностей;

- на спине могут находиться одна-две пары крыльев;

- брюшко состоит из восьми и более сегментов, что зависит от уровня развития насекомого: чем оно примитивнее — тем больше сегментов;

- есть гомологи конечностей: яйцеклад, совокупительный орган, жало;

- дыхательная система образована трахеями, обеспечивающими газообмен в организме насекомого. Трахеи открываются наружу дыхальцами, расположенными на боковой поверхности брюшка;

- нервная система ганглиозного типа. Надглоточный ганглий образует головной мозг, состоящий из трех отделов — переднего, среднего, заднего. Развитие нервной системы обусловило появление у насекомых сложных инстинктов, заботы о потомстве, разделения функций у общественных насекомых;

- пищеварительная система представлена дифференцированным пищеварительным трактом и слюнными железами. Передняя кишка делится на рот, глотку, пищевод, часто расширяющийся в зоб и желудок. Печени у насекомых нет. Есть слюнные железы, железистые клетки средней кишки и ректальные железы, обеспечивающие всасывание воды. Средняя кишка образует складки. Задняя кишка выводит продукты пищеварения и обмена веществ;

- выделительная система представлена пучком мальпигиевых сосудов и жировым телом, в котором накапливаются продукты обмена;

- сердечно-сосудистая система незамкнутая и образована трубковидным сердцем и одной головной аортой, сосудом, направленным к голове. Из отверстия аорты гемолимфа выливается в полость тела. Гемолимфа желтоватого цвета и не участвует в дыхании;

- половая система раздельнополая, резко выражен половой диморфизм, половые железы парные, оплодотворение внутреннее, развитие прямое или не прямое (с метаморфозом);

- ротовые аппараты насекомых различны по своему типу и строению: грызущий (*жуки, тараканы*), грызуще-сосущий (*пчелы*), колюще-сосущий (*комары*), сосущий (*бабочки*), лижущий (*мухи*);

- по наличию и характеру крыльев насекомых делят на крылатых и бескрылых. У крылатых насекомых одна-две пары одинаковых или разных крыльев. У жесткокрылых или полужесткокрылых одна пара крыльев превратилась в жесткие надкрылья. У вторичнобескрылых насекомых (*муравьи, вши, клопы*) крылья редуцированы или отсутствуют.

Роль насекомых в природе и жизни человека

Полезная роль:

- опыление цветковых растений;
- участие в почвообразовательных процессах;
- осуществление санитарных функций;
- регуляция численности других насекомых;
- участие в трофических цепях биоценозов;
- использование человеком продукта их жизнедеятельности (*пчелы, тутовый шелкопряд*);
- использование для биологической борьбы;
- опыление культурных растений.

Вредная роль:

- вредят сельскохозяйственным культурам;
- являются кровососущими паразитами человека и животных;
- переносят возбудителей заболеваний (*вши — сыпной и возвратный тиф, блохи — чуме, комары — малярию*).

Вопросы и задания

1. Решающую роль в распространении членистоногих на Земле сыграло:

- а) появление хитиновых покровов;
- б) плодовитость;
- в) сегментация тела;
- г) разнообразие ротовых аппаратов.

2. Членистоногих на Земле насчитывают:

- а) 2,5 млн видов;
- б) 1,5 млн видов;
- в) 3 млн видов;
- г) 0,5 млн видов.

3. Больше всего ног у:

- а) креветки;
- б) жука;
- в) скорпиона;
- г) клеща.

4. Из перечисленных ниже функций хитиновый покров не выполняет функцию:

- а) защиты от испарения;
- б) выделения;
- в) наружного скелета;
- г) защиты от врагов.

5. При мозаичном зрении один глазок животного:

- а) воспринимает весь предмет;
- б) воспринимает часть предмета;
- в) ничего не воспринимает;
- г) воспринимает только цвет.

6. Воздух в тело насекомого поступает через:

- а) воздушные мешки;
- б) воздушные мешки и трахеи;
- в) дыхальца и трахеи;
- г) легкие.

7. Зеленые железы рака — это часть:

- а) пищеварительной системы;
- б) выделительной системы;

- в) половой системы;
 - г) кровеносной системы.
8. Личинки членистоногих развиваются:
- а) в воде;
 - б) на суше;
 - в) в воде и на суше, в почве;
 - г) только в почве.
9. Развитие органов чувств членистоногих связано:
- а) с количеством нервных узлов в брюшной цепочке;
 - б) с длиной нервной цепочки;
 - в) с размерами и строением окологлоточного нервного кольца;
 - г) со всеми перечисленными особенностями.
10. Грызущий ротовой аппарат у:
- а) бабочки;
 - б) мухи;
 - в) майского жука;
 - г) тли.
11. Развитие с метаморфозом протекает у:
- а) саранчи;
 - б) стрекозы;
 - в) таракана;
 - г) капустной белянки.

3.8. Сравнительная характеристика типов Кольчатые черви и Членистоногие

Происхождение членистоногих предположительно связано с кольчатыми червями из класса многощетинковые. На это указывают следующие признаки:

- у насекомых развивается червеобразная личинка;
- тело сегментировано, а на сегментах находятся конечности;
- наличие кутикулы;
- ганглиозный тип строения нервной системы, состоящей из окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки;
- жаберный тип дыхательного аппарата (у ракообразных);
- выделительная система метанефридиального типа (у ракообразных).

Сравнительная характеристика типов строится на выделении главных эволюционных событий, связывающих членистоногих и кольчатых, а также на сравнении основных черт внешнего и внутреннего строения.

Ниже (табл. 8) приведены эволюционные изменения кольчатых червей и членистоногих.

Таблица 8

Кольчатые черви	Членистоногие
Ароморфозы: появление вторичной полости тела — целома; расчленение тела на сегменты; увеличение головных ганглиев и образование брюшной нервной цепочки лестничного типа; возникновение замкнутой кровеносной системы с кровью и дыхательным пигментом; дифференциация пищеварительной системы на отделы; возникновение выделительной системы метанефридального типа; возникновение конечностей — параподий	Ароморфозы: слияние групп сегментов в отделы тела, выполняющие разные функции; появление наружного скелета; появление поперечно-полосатой мускулатуры, обеспечивающей скорость и точность движений; появление членистых конечностей, выполняющих разнообразные функции — движения, дыхания, полового размножения, органов чувств; укрупнение надпочечного нервного ганглия, что обусловило развитие рефлекторной деятельности; дифференциация пищеварительного тракта, появление ротового аппарата и пищеварительных желез; появление дыхательной системы

Сравнительные анатомические и физиологические признаки кольчатых червей и членистоногих приведены в таблице 9.

Таблица 9

Признак	Кольчатые черви	Ракообразные	Паукообразные	Насекомые
Строение тела	Гомономная, реже гетерономная сегментация	Головогрудь и брюшко. На голове находятся верхние челюсти — жвалы, первые и вторые нижние челюсти — максиллы	Головогрудь и брюшко. Первые две пары конечностей — хелицеры и педипальпы	Голова, грудь, брюшко. На голове находятся верхние челюсти — мандибулы, нижние — максиллы

По-кровы	Кожно-мус-кульный мешок, по-крытый ку-тикулой. Образует параподии	Хитинизиро-ванная кутику-ла	Хитинизиро-ванная кути-кула	Хитинизи-рованная кутикула
Орга-ны чувств	Органы ося-зания, рав-новесия, химическо-го чувства. У нереид – глаза.	Органы зрения – простые и сложные – фа-сеточные гла-за, две пары усиков, у неко-торых – орга-ны равновесия	Простые гла-за (от 2 до 12), органы осяза-ния и обоня-ния в виде щетинок, во-лосков, от-дельных нервных кле-ток, разбро-санных по те-лу, конечно-стям, педи-пальпам	Сложные глаза, одна пара усиков
По-лость тела	Вторичная – целом	Вторичная – целом	Вторичная – целом	Вторичная – целом
Орга-ны пе-редви-жения	Параподии, щетинок	Пять пар чле-нистых конеч-ностей	Четыре пары членистых конечностей	Три пары членистых конечностей, две пары крыльев
Пище-вари-тель-ная систе-ма	Рот, глот-ка, пище-вод, желу-док, задняя кишка, анальное отверстие. У дожде-вых червей есть извест-ковые же-лезы, сек-рет кото-рых ней-трализует кислую почву	Рот, глотка, пищевод, же-лудок, разде-ленный на же-вательный и цедильный от-делы, задняя кишка, аналь-ное отверстие. В среднюю кишку открыва-ется проток пищевари-тельной железы, выполняющей функции пече-ни и поджелу-дочной железы	Рот, муску-листая соса-тельная глот-ка, пищевод, желудок, зад-няя кишка, анальное от-верстие. Есть пищева-рительные железы – пе-чень и под-желудочная железа	Рот, глотка, пищевод, желудок, средняя и задняя киш-ки, аналь-ное отвер-стие. Есть выросты средней кишки, вы-полняющие, вероятно, функции пече-ни и под-желудочной железы

Кровеносная система	Замкнутая	Незамкнутая	Незамкнутая	Незамкнутая
Нервная система	Надглоточный и подглоточный нервные узлы и брюшная нервная цепочка	Нервные узлы сближены. В головном отделе это особенно заметно	Головной мозг и брюшная нервная цепочка	Головной мозг, состоящий из переднего, среднего и заднего отделов, подглоточный и сегментарные ганглии, брюшная нервная цепочка
Органы дыхания	Все тело, параподии и жабры на них	Жабры	Легочные мешки и трахеи	Трахеи
Органы выделения	Метанефридии	Метанефридии	Мальпигиевы сосуды. В эмбриогенезе и у молодых - коксальные железы	Мальпигиевы сосуды
Половая система	Гермафродиты	Раздельнополые	Раздельнополые	Раздельнополые

Впрочем, проведенное в последние годы сравнение ДНК кольчатых червей и членистоногих заставляет усомниться в их близком родстве.

Вопросы и задания

1. Перечислите основные ароморфозы кольчатых червей и насекомых.

2. Расскажите о типах развития насекомых, сравнив прямое и непрямое развитие.

3. Чем можно объяснить, что при метаморфозе генотип у всех стадий развития насекомых одинаков, а фенотип разный?

4. Опишите приспособления насекомых с полным превращением к разным средам обитания и типам питания.

5. Переносчиком возбудителя малярии является представитель отряда:

- а) прямокрылых;
- б) жесткокрылых;
- в) двукрылых;
- г) чешуекрылых.

6. Сколько пар крыльев у перепончатокрылых?

- а) две;
- б) одна;
- в) три;
- г) четыре.

3.9. Основные отряды насекомых

В таблице 10 приведены основные характеристики отрядов насекомых.

Таблица 10

Отряд	Ротовой аппарат, питание	Развитие	Роль в природе	Значение в жизни человека	Представители
Прямокрылые	Грызущий, фитофаги, хищники	Неполное превращение	Консументы первого и второго порядка	Вредители сельскохозяйственных культур	Саранча, кузнечики
Стрекозы	Грызущий, хищники	Неполное превращение	Консументы второго порядка	Уничтожают кровососущих насекомых	Коромысло, красотка
Жесткокрылые (жуки)	Грызущий, фито- и некросапрофиты	Полное превращение — личинки живут 4 года, имаго — 2 месяца	Консументы первого и второго порядка, вредители, почвообразователи, санитары, опылители	Используются в борьбе с вредителями	Майский жук, долгоносики, колорадский жук и т.д.

Чешуекрылые (бабочки)	У гусениц — грызущий, у имаго — сосущий хоботок	Полное превращение	Консументы первого порядка, опылители	Гусеницы — фитофаги, вредители сельскохозяйственных культур. Тутовый шелкопряд одомашнен	Боярышница, капустная белянка, траурница, бражники и т.д.
Двукрылые	Колуше-сосущий у комаров, лижущий у мух	Полное превращение	Консументы первого порядка, опылители	Переносчики инфекций, паразиты животных и человека	Мухи, слепни, москиты
Перепончатокрылые	Грызущий, сосущий, лижущий	Полное превращение. Самцы гаплоидны	Консументы первого порядка, опылители	Источники пищи (мед), технического и медицинского сырья	
Полужесткокрылые	Грызущий	Неполное превращение	Консументы первого порядка, эктопаразиты	Повреждают запасы пищи, переносят возбудителей инфекционных заболеваний, кровососущие паразиты человека	Клопы
Тараканы	Грызущий	Неполное	Консументы первого порядка	Загрязняют пищу, распространяют инфекции	

Вопросы и задания

1. Лижущий ротовой аппарат есть у:

- а) майского жука;
- б) саранчи;
- в) комара;
- г) комнатной мухи.

2. Расскажите о значении насекомых в природе и жизни человека.

3. Выберите правильные утверждения:

а) численность насекомых-вредителей наиболее эффективно сокращается с помощью их естественных врагов;

б) жулицица красотел — ночной хищник, уничтожающий личинок насекомых-вредителей;

в) насекомые не имеют большого значения как участники пищевых цепей;

г) лошадиные и бычьи оводы опасны тем, что их личинки паразитируют в кишечнике лошадей или на коже коров;

д) переносчиком сонной болезни является муха цеце;

е) наездники — это насекомые, использующие других животных для перемещения;

ж) личинки ручейника строят в воде трубчатые домики и дышат трахейными жабрами;

з) клоп вредная черепашка — насекомое с неполным превращением.

3.10. Тип Моллюски

Данный тип животных насчитывает около 130 тыс. видов. Моллюски обитают в пресных и морских водоемах, на суше. Они известны с первой половины палеозоя, возникли от многощетинковых кольчецов в результате следующих ароморфозов:

- появления мантии, мантийной полости и раковины;
- слияния всех сегментов тела;
- концентрации нервной системы в ганглии;
- возникновения сердца, состоящего из желудочка и предсердий.

Биологическому прогрессу моллюсков способствовали следующие идиоадаптации:

- появление раковины;
- возникновение аппарата для размельчения пищи — радулы;

- возникновение двух форм дыхания — жаберного и легочного;
- высокая плодовитость.

Особенности строения моллюсков:

- двустороннесимметричные животные, многие из них имеют выраженную асимметрию в результате смещения органов;
- тело не разделено на сегменты;
- вторичнополостные животные; целом — остаточный, представлен околосоудной сумкой;
- тело состоит из головы, туловища и ноги — мускулистого непарного выроста брюшной стенки, служащего для передвижения животного;

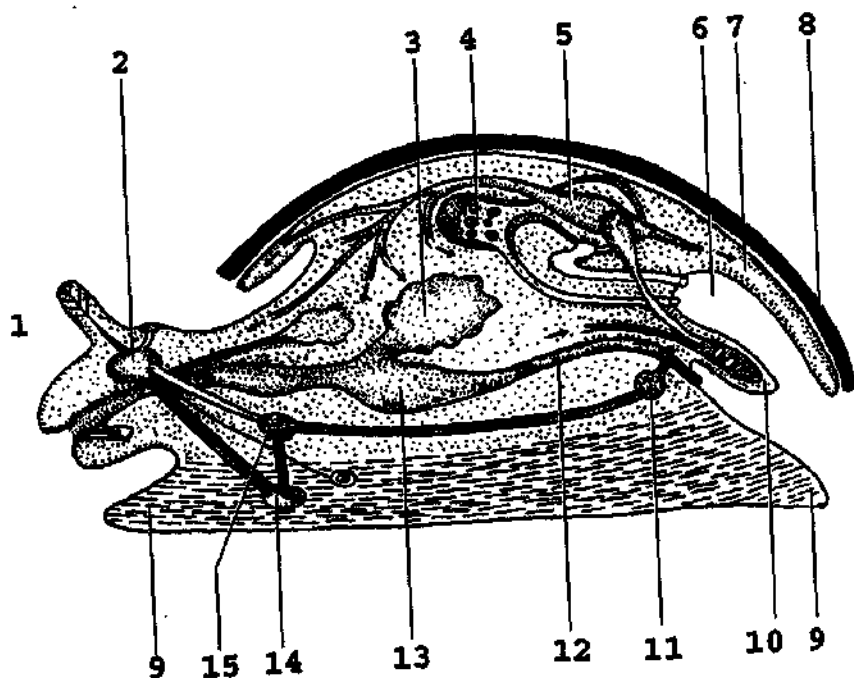


Рис. 36. Строение брюхоногого моллюска:

- 1 — голова; 2, 11, 14, 15 — ганглии; 3 — печень; 4 — половая железа; 5 — сердце; 6 — мантийная полость; 7 — мантия; 8 — раковина; 9 — нога; 10 — жабры; 12 — задняя кишка; 13 — желудок

- туловище окружено кожной складкой-мантией. Между мантией и телом находится мантийная полость. В полости расположены жабры, некоторые органы чувств. Сюда же открываются выделительные, половые и анальное отверстия;

- на спинной стороне тела находится раковина, выделяемая мантией. Раковины могут быть цельными и двустворчатыми и иметь самую разнообразную форму;

- в состав органов пищеварения входит печень, протоки которой впадают в среднюю кишку;

- органы дыхания — первичные жабры (ктенидии), вторичные жабры или легкие (под мантийной полостью);

- органами выделения являются почки, сообщающиеся внутренними концами с окологердечной сумкой, а наружными — открывающимися в мантийную полость;

- нервная система диффузно-узлового типа, от окологлоточного кольца отходит четыре продольных нервных ствола, несущих несколько пар ганглиев;

- органы чувств представлены глазами, органами обоняния, равновесия и химического чувства;

- размножение половое; моллюски в основном — раздельнополые животные; встречаются гермафродиты. Из яиц выходит личинка — трохофора, напоминающая личинку кольчатых червей. Иногда сразу развивается личинка — велигер, которая превращается во взрослую форму. Есть формы с прямым развитием, у которых из яйца выходит маленький моллюск.

Класс Брюхоногие

Эти животные обитают в морских и пресных водах, есть и наземные формы. Размеры их различны — от нескольких миллиметров до 60 см (*морской заяц*).

Особенности строения брюхоногих:

- тело дифференцировано на голову, туловище и подошву;
- раковина цельная, иногда редуцированная;

- тело асимметрично, что связано с редукцией правых органов мантийного комплекса. Раковины закручены спирально или имеют вид колпачка;

- раковина состоит из тонкого наружного и фарфоровидного слоя — нескольких систем известковых пластинок, пересекающих друг друга под прямым углом, у некоторых есть перламутровый слой;

- органы чувств представлены щупальцами, парой глаз, органами химического чувства,статоцистами — органами равновесия;

- нервная система хорошо развита;

- пищеварительная система представлена пищеварительным трактом и железами (слюнными и печенью). В глотке есть радула. В ротовой полости различают «челюсти» — роговые или известковые утолщения кутикулы. Анальное отверстие открывается в передней части тела;

- дыхательная система представлена ктенидиями (жабрами), а у наземных форм — легкими;

- кровеносная система незамкнутая, образована сердцем и кровеносными сосудами. От желудочка сердца отходит аорта, которая делится на головную и внутреннюю. В сердце находится артериальная кровь. Газообмен происходит в лакунах соединительной ткани. Кровь становится венозной и возвращается к жабрам, где также происходит газообмен между организмом и внешней средой. Кровь бесцветна;

- выделительная система первоначально состоит из пары почек, из которых одна редуцируется;

- размножение. Встречаются как раздельнополые, так и гермафродиты. Оплодотворение у большинства внутреннее. Из яиц у низших брюхоногих развивается личинка — трохофора, которая превращается в велигер (парусник). Из парусника развивается взрослый моллюск. У высших развитие прямое, протекающее внутри яйца.

Представители брюхоногих: *виноградная улитка, малый и большой прудовики, слизень.*

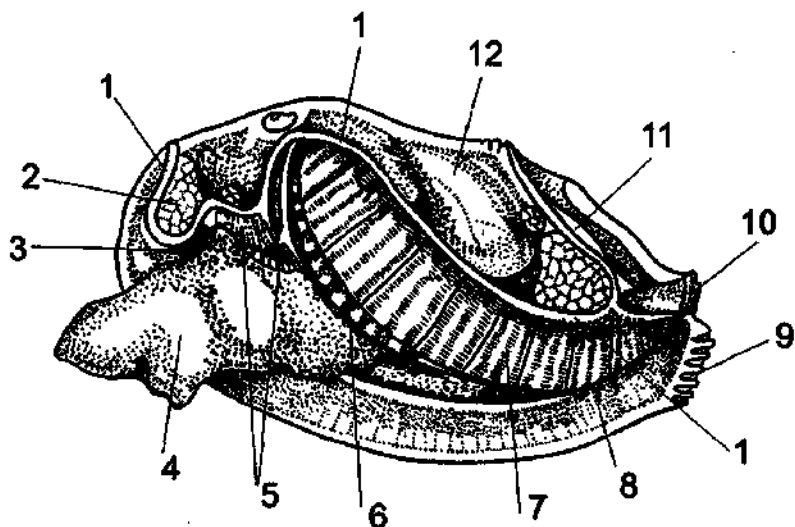


Рис. 37. Строение двустворчатого моллюска:

- 1 — линия, по которой обрезана мантия; 2 — мускул-замыкатель;
3 — рот; 4 — нога; 5 — ротовые лопасти; 6, 7 — жабры;
8 — мантия; 9 — вводной сифон; 10 — выводной сифон;
11 — задняя кишка; 12 — перикардий*

Класс Двустворчатые

Этот класс насчитывает около 1500 видов.

Особенности строения двустворчатых:

- раковина состоит из двух створок, скрепляющихся связкой и замыкательным мускулом;
- голова полностью редуцирована;
- нога расположена на задней стороне туловища;
- дыхательная система представлена двумя парами пластинчатых жабр;
- пищеварительная система начинается ртом, который ведет непосредственно в пищевод, затем в желудок, куда впадают протоки печени. Питаются пассивно, через вводной сифон;
- вводной и выводной сифоны образованы складками мантии, не сросшейся в верхней и нижней части тела. Через нижний сифон вода входит, через верхний — выходит;

- нервная система имеет три пары ганглиев. Органы чувств развиты слабо. Головных щупалец и глаз нет, но есть статоцисты;
- выделительная система представлена почками;
- размножение. Все двустворчатые моллюски раздельнополы, оплодотворение наружное (у беззубки оплодотворение происходит в мантийной полости). В развитии проходят личиночную стадию — глохидии. Глохидии паразитируют на жабрах рыб.

Класс Головоногие

Наиболее прогрессивные животные. Насчитывают около 700 видов. Тело головоногих дифференцировано на голову, туловище и щупальца, в которые превратилась нога. Их раковина недоразвита, сохранена только на спинной стороне. Есть радула. В заднюю кишку открываются протоки чернильного мешка. Дышат животные жабрами. Кровеносная и выделительная система сходна по строению с выделительной системой двустворчатых и брюхоногих. У головоногих хорошо развиты нервная система и зрение. Глаза способны к аккомодации. Это раздельнополые животные с выраженным половым диморфизмом. Оплодотворение у них внутреннее, развитие прямое. Все представители класса — хищники. Головоногие: *кальмар, осьминог, каракатица*.

Значение моллюсков:

- пища для человека (*мидии, устрицы, гребешки*);
- источники жемчуга (*перловицы, жемчужницы*);
- вредители деревянных корабельных днищ, свай (*мидии*);
- участники трофических цепей (*осьминоги и др.*);
- среда для развития паразитов (*прудовик*).

Вопросы и задания

1. К морским моллюскам относят:

- а) виноградную улитку;
- б) мидию;
- в) голого слизня;
- г) малого прудовика.

2. Мантийная полость — это:

- а) внутреннее пространство в пищеварительном тракте;

- б) пространство между мантией и телом;
- в) пространство между раковиной и мантией.

3. У беззубки нет головы, потому что:

- а) у моллюсков вообще нет головного отдела;
- б) это единственный представитель двустворчатых, у которых отсутствует головной отдел тела;
- в) беззубки не ловят добычу, а питаются пассивно.

4. Реактивный способ передвижения характерен для:

- а) беззубки;
- б) мидии;
- в) прудовика;
- г) каракатицы.

5. Легочное дыхание характерно для:

- а) перловицы;
- б) осьминога;
- в) слизня;
- г) устрицы.

3.11. Тип Хордовые.

Общая характеристика

Насчитывает около 40 тыс. видов и включает:

- подтип Головохордовые;
 - класс Бесчерепные (ланцетник);
- подтип Оболочники;
 - класс Асцидии;
- подтип Позвоночные (или Черепные);
 - надкласс Бесчелюстные;
 - класс Круглоротые;
 - надкласс Рыбы;
 - классы: Хрящевые рыбы, Костные рыбы;
 - надкласс Наземные позвоночные;
 - классы: Амфибии, Пресмыкающиеся, Птицы, Млекопитающие.

Хордовые возникли на рубеже протерозоя и палеозоя от червеобразных полухордовых, имеющих зачатки хорды, в результате следующих ароморфозов:

- появления внутреннего осевого скелета — хорды;
- появления нервной трубки эктодермального происхождения с разросшимся передним отделом, из которого впоследствии сформировался головной мозг;
- появления жаберных щелей в полости глотки. Глотка несет две функции — дыхательную и проведения пищи. В результате потребление кислорода увеличилось, обменные процессы активизировались;
- появления сердца, расположенного на брюшной стороне тела, что обеспечило ускорение кровотока.

Хордовые — это двусторонне-симметричные животные, имеющие вторичную полость тела и вторичный рот. Эти признаки сближают их с некоторыми беспозвоночными животными — иглокожими, кольчатыми червями. Однако у большинства беспозвоночных животных нервный ствол расположен под кишечником, у хордовых — над кишечником, у большинства беспозвоночных по спинному сосуду кровь течет вперед, у хордовых — назад.

У хордовых наблюдается общий план строения и расположения внутренних органов:

- нервная трубка расположена над осевым скелетом;
- под ней лежит хорда;
- под хордой находится пищеварительный тракт;
- под пищеварительным трактом расположено сердце.

Подтип Позвоночные (Черепные)

Высший подтип хордовых, подразделяющийся на две группы — анамнии и амниоты.

Анамнии живут и размножаются в воде, в ходе их зародышевого развития не образуют зародышевой оболочки — амниона, органами дыхания в течение всей жизни (рыбы) или в период личиночной стадии (у амфибий) являются жабры.

Амниоты развиваются в яйцах, откладываемых на суше либо находящихся в организме матери. Вокруг эмбриона развиваются зародышевые оболочки. Яйцо защищает зародыш от высыхания, поэтому яйца в отличие от икринок можно откладывать на суше. Органом дыхания животных служат

легкие. К амниотам относят пресмыкающихся, птиц, млекопитающих.

Кожные покровы позвоночных предохраняют организм от механических повреждений и других воздействий внешней среды. Они участвуют в газообмене и выведении продуктов распада. Кожа образована двумя слоями клеток — наружным эпидермисом и внутренним — дермой (кориум, кутис, собственно кожа). Эпидермис образуется из эктодермы, а кориум — из мезодермы. Производными кожи являются волосы, когти, ногти, перья, копыта, чешуя, рога, иглы и др. В эпидермисе развиваются сальные и потовые железы.

Мускулатура — делится на соматическую (скелетную) и висцеральную (мускулатура челюстного аппарата, кишечника и других внутренних органов). Скелетная мускулатура сегментирована, хотя меньше, чем у низших позвоночных. Висцеральная мускулатура не имеет сегментации.

Скелет представителей типа хордовых может быть соединительно-тканым, хрящевым и костным. У бесчерепных — соединительно-тканый скелет, у позвоночных — хрящевой, костно-хрящевой и костный. Скелет позвоночных делится на следующие отделы:

- осевой скелет, состоящий из скелета черепа и скелета позвоночника;
- висцеральный скелет образован жаберными дугами, челюстями;
- скелет поясов конечностей и скелет свободных конечностей.

Пищеварительная система представлена ротовой полостью, глоткой, всегда связанной с органами дыхания, пищеводом, желудком, тонким и толстым кишечником, пищеварительными железами — печенью и поджелудочной железой, которые развиваются из стенки переднего отдела кишечника. В процессе эволюции хордовых длина пищеварительного тракта увеличивается, он становится более дифференцированным на отделы.

Дыхательная система образована жабрами (у рыб, личинок амфибий) или легкими (у наземных позвоночных). До-

полнительным органом дыхания у многих из них служит кожа. Жаберный аппарат сообщается с глоткой. Он образован жаберными дугами, на которых расположены жаберные лепестки.

Легкие в ходе эмбрионального развития формируются из выростов кишечника и имеют энтодермальное происхождение.

Кровеносная система замкнутая. Сердце состоит из двух, трех или четырех камер. Кровь поступает в предсердия, а направляется в кровеносное русло желудочками. Кругов кровообращения один (у рыб и личинок земноводных) или два (у всех остальных классов). Сердце рыб, личинок амфибий — двухкамерное, взрослых амфибий и рептилий — трехкамерное. Однако у рептилий появляется неполная межжелудочковая перегородка. У птиц и млекопитающих четырехкамерное сердце.

Кровеносные сосуды делятся на артерии, вены и капилляры.

Нервная система эктодермального происхождения. Закладывается в виде полой трубки на спинной стороне зародыша. Центральная нервная система образована головным и спинным мозгом. Периферическая нервная система образована черепно-мозговыми и спинно-мозговыми нервами и взаимосвязанными нервными узлами, лежащими вдоль позвоночного столба. В свою очередь, периферическая нервная система по своим функциям делится на соматическую и вегетативную. Соматическая нервная система координирует работу скелетной мускулатуры, а вегетативная — внутренних органов.

Головной мозг разделяют на передний, промежуточный, средний, задний (продолговатый) мозг. Над продолговатым мозгом находится мозжечок. Головной мозг развивается из переднего отдела нервной трубки, образующего три первичных мозговых пузыря. В дальнейшем происходит дифференциация мозга на отделы и образование двух полушарий переднего мозга.

Спинной мозг представляет собой длинный тяж, лежащий в спинно-мозговом канале. От спинного мозга отходят спинно-мозговые нервы.

Органы чувств хорошо развиты. У первичноводных животных есть органы боковой линии, воспринимающие давление, направление движения и скорость течения воды.

Органы обоняния представлены обонятельными капсулами. У жабернодышащих они заканчиваются слепо, у наземных форм — сообщаются с ротовой полостью.

Органы зрения образуются в основном из боковых стенок промежуточного мозга. Они образованы глазным яблоком, находящимся в глазнице черепа. У некоторых позвоночных, кроме парных глаз, развивается непарный — теменной глаз.

Органы слуха имеют эктодермальное происхождение. У всех позвоночных есть внутреннее ухо. У амфибий появляется среднее ухо, которое также есть у рептилий, птиц и млекопитающих. У млекопитающих появляется наружное ухо и (у многих) ушная раковина.

Органы выделения у всех позвоночных представлены почками. Строение и механизм функционирования почек изменяется в процессе эволюции. У низших позвоночных (рыб, амфибий) в эмбриональном состоянии закладывается и функционирует головная почка, или предпочка (пронефрос). У высших позвоночных пронефрос не развивается. В эмбриональном состоянии у них функционирует мезонефрос, а у взрослых появляется тазовая почка, или метанефрос.

Органы размножения. Позвоночные раздельнополы. Половые железы у них парные и развиваются из мезодермы. Половые протоки связаны с выделительными органами.

Вопросы и задания

1. С какими ароморфозами связано появление хордовых на Земле?

2. Назовите черты преемственности хордовых животных, их сходства с беспозвоночными.

3. В чем заключается различие между анамниями и амниотами?
4. Назовите производные эктодермы, энтодермы и мезодермы.
5. Чем отличается нервная система хордовых от нервной системы беспозвоночных?
6. Укажите отличия в строении разных типов почек.

3.12. Надклассы Бесчелюстные и Рыбы (Челюстноротые). Общая характеристика

Наиболее примитивной группой позвоночных животных являются представители надкласса бесчелюстных. Из современных животных к бесчелюстным относятся *миноги* и *миксины*. Бесчелюстные отличаются от рыб отсутствием челюстей и парных плавников. Впрочем, у некоторых ископаемых бесчелюстных передние парные плавники были.

Рыбы появились в силуре — девоне от бесчелюстных предков. Насчитывают около 20 000 видов рыб. Современные виды рыб делят на два класса — хрящевые и костные. Их появление обусловлено следующими ароморфозами:

- возникновением хрящевого или костного позвоночника и черепа, прикрывающего спинной и головной мозг со всех сторон (зачатки позвоночника бесчелюстных прикрывают мозг только сбоку);
- появлением челюстей;
- появлением парных конечностей — брюшных и грудных плавников.

Все рыбы живут в воде, имеют обтекаемую форму тела, разделенного на голову, туловище и хвост. Хорошо развиты органы чувств — зрения, обоняния, слуха, вкуса, органы боковой линии и равновесия. Кожа двухслойная, тонкая, слизистая, покрытая чешуей (костной или плакоидной). Мышцы почти не дифференцированы, за исключением мышц челюстей и мышц, прикрепляющихся к жаберным крышкам костных рыб.

Пищеварительная система хорошо дифференцирована на отделы. Есть печень с желчным пузырем и поджелудочная же-

леза. У многих рыб развиты зубы, образовавшиеся из акулей чешуи.

Органами дыхания рыб являются жабры, а двоякодышащих — жабры и легкие. Дополнительную функцию дыхания выполняет плавательный пузырь у костных рыб. Он же выполняет гидростатическую функцию.

Кровеносная система рыб — замкнутая, имеется один круг кровообращения. Сердце рыб состоит из предсердия и желудочка. Венозная кровь от сердца по приносящим жаберным артериям поступает в жабры, где происходит насыщение крови кислородом. Артериальная кровь по выносящим жаберным артериям поступает в спинную аорту, снабжающую кровью внутренние органы. У рыб существует воротная система печени и почек. Рыбы — холоднокровные (пойкилотермные) животные.

Выделительная система рыб представлена лентовидными первичными почками — мезонефросом. Моча поступает по мочеточникам в мочевой пузырь. У самцов мочеточник является и семявыносящим протоком. У самок существует самостоятельное выделительное отверстие.

Половые железы представлены парными семенниками у самцов и яичниками у самок.

В нервной системе рыб следует отметить развитие промежуточного и среднего мозга. У большинства рыб хорошо развит мозжечок, отвечающий за координацию движений и сохранение равновесия. Передний мозг развит слабее, чем у вышестоящих классов животных.

Глаза имеют плоскую роговицу, шарообразный хрусталик, но век нет.

Органы слуха представлены внутренним ухом — перепончатым лабиринтом. Полукружных каналов три, в них находятся известковые камешки. Рыбы издаюи и улавливаюи звуки..

Органы осязания представлены чувствительными клетками, разбросанными по всему телу.

Вкусовые клетки находятся в ротовой полости.

Характеристики классов хрящевых и костных рыб приведены в таблице 11.

Хрящевые рыбы (акулы, скаты)	Костные рыбы (костнохрящевые, лучеперые)
1. Скелет хрящевой, хорда сохраняется всю жизнь 2. Жаберных крышек и жаберных дуг нет. Жаберные лепестки расположены на жаберных перегородках 3. Чешуя плакоидная, аналогична по строению зубу. Имеет мезодермальное происхождение 4. Плавательного пузыря нет 5. Хвостовой плавник гетероцеркального типа (разнолопастной) 6. Рот расположен на нижней стороне головы 7. Оплодотворение наружное или внутреннее. Яйца покрыты роговыми покровами. Некоторые акулы – яйцеживородящие рыбы (детеныши вылупляются из яиц в яйцеводах), а молот-рыба, подобно млекопитающим, имеет плаценту	1. Скелет костный или костнохрящевой. Между позвонками сохранились остатки хорды 2. Есть жаберные крышки и жаберные дуги, на которых расположены пластинчатые жабры 3. Чешуя костная, плоская, располагается черепицеобразно и имеет эктодермальное происхождение 4. Есть плавательный пузырь 5. Хвостовой плавник гомоцеркальный (с равными лопастями) 6. Рот расположен на передней части головы 7. Оплодотворение обычно наружное. Яйца без роговых оболочек. У некоторых видов встречается живорождение

Значение рыб:

- консументы растительной биомассы;
- консументы второго и третьего порядков;
- источники пищевых продуктов.

Вопросы и задания

1. Выберите признаки, относящиеся к костным рыбам:

- а) амниоты;
- б) анамнии;
- в) наличие потовых желез;
- г) многослойный эпидермис;
- д) дерма;
- е) трехкамерное сердце;
- ж) двухкамерное сердце;
- з) в сердце венозная кровь;
- и) два круга кровообращения;

- к) один круг кровообращения;
- л) в клетках смешанная кровь;
- м) в клетках артериальная кровь;
- н) чаще наружное оплодотворение;
- о) чаще внутреннее оплодотворение.

2. Чем отличаются выделительные системы мальков и взрослых рыб?

3. Назовите отличительные признаки хрящевых и костных рыб.

3.13. Класс Земноводные.

Общая характеристика

Относительно немногочисленная группа наиболее примитивных наземных позвоночных животных (насчитывает около 2,5 тыс. видов). Произошли от рыбообразных предков — девонских кистеперых рыб благодаря следующим ароморфозам:

- возникновению шейного и крестцового отделов позвоночника;
- появлению двух пар пятипалых конечностей;
- прогрессивному развитию переднего мозга с двумя полушариями и появлению органов чувств, приспособленных к наземному существованию;
- прогрессивному развитию нервной системы: возникновению трехкамерного сердца и двух кругов кровообращения;
- дифференциации мышечной системы, обеспечившей возможность разнообразных движений.

Признаки эволюционной преемственности рыб и амфибий. Для амфибий характерны следующие особенности:

- размножение икринками, которые, в отличие от яиц, легкопроницаемы для воды; наружное оплодотворение, анамнии;
- в развитии проходят стадию рыбообразной личинки, имеющей все признаки рыб;
- тонкая слизистая кожа;
- один желудочек в сердце;
- пойкилотермность.

Классификация амфибий:

- отряд хвостатых (саламандры, тритоны);
- отряд бесхвостых (лягушки, жабы);
- отряд безногих (тропические червяги).

Амфибии обитают в воде и на суше. Тело их короткое, разделено на голову, туловище, конечности, покрыто голой слизистой кожей. Слизь необходима для кожного газообмена, так как растворяет кислород. Развиваются животные в воде.

Скелет амфибий состоит из скелета головы, в котором есть мозговой и висцеральный отделы, скелета туловища, поясов конечностей и свободных конечностей.

Скелет головы образован мозговым и висцеральным отделами.

Позвоночник состоит из следующих отделов:

- шейного — 1 позвонок;
- туловищного — 7 позвонков (грудной клетки нет);
- крестцового — 1 позвонок;
- хвостового, образованного одной костью — *уростилем*.

Скелет конечностей представлен поясом и свободными конечностями.

Пояс передних конечностей состоит из парных лопаток, ключиц, вороньих костей и одной грудины.

Скелет передней конечности состоит из плеча, двух костей предплечья (локтевой и лучевой) и кисти (запястье, пясть, фаланги пальцев).

Пояс задних конечностей образован тремя парными костями таза и крестцовым позвонком.

Скелет задних конечностей включает бедро, 2 кости голени (большую и малую берцовые) и стопу.

Мышечная система хорошо развита, особенно на конечностях. Мышцы дифференцированы. В теле амфибий насчитывают до 350 мышц.

Пищеварительная система представлена пищеварительным трактом и железами. В ротоглоточную полость открываются протоки пары слюнных желез, хоаны, отверстия евстахиевых труб (среднего уха). В ней же находится язык, прикрепляющийся передним концом к нижней челюсти. Пи-

щевод короткий. Кишечник разделен на тонкий и толстый. Печень и поджелудочная железа хорошо развиты. Есть желчный пузырь. Толстый кишечник заканчивается клоакой.

Дыхание жаберное (у личинок) и кожно-легочное. Трахеи и бронхов нет. Дыхательная поверхность легких небольшая. Механизм дыхания ротобрюшной. Вдох двухэтапный: сначала воздух засасывается в ротоглоточную полость при опускании диафрагмы рта, затем закрываются ноздри и воздух проталкивается в легкие. При выдохе сокращаются брюшные мышцы и открываются ноздри.

Кровеносная система замкнутая. Сердце трехкамерное. Два круга кровообращения — большой и малый. Правое предсердие заполнено венозной кровью, левое — артериальной. В середине желудочка находится смешанная кровь, в левой его части — артериальная, а в правой — венозная.

По большому кругу кровообращения кровь поступает в артериальный конус, от которого отходят три пары сосудов — в кожно-легочные артерии, в правую и левую дуги аорты, в сонные артерии. Смешанная кровь разносится по всему телу и собирается в правое предсердие по передней и задней полым венам. По малому кругу кровообращения кровь из желудочка поступает в легочные артерии, легкие, легочные вены и в левое предсердие.

Нервная система образована головным и спинным мозгом, периферическими нервами. В головном мозге особенно развит передний отдел. Мозжечок и средний мозг развиты относительно слабо, так как амфибии малоподвижны, их движения однообразны. Органы чувств приспособлены к наземному образу жизни. Глаза снабжены подвижными веками и мигательной перепонкой (третьим веком). Амфибии видят дальше рыб, так как хрусталик имеет форму линзы, что улучшает аккомодацию.

В органах слуха появляется среднее ухо, отграниченное от внешней среды барабанной перепонкой. В среднем ухе одна слуховая косточка.

Органы обоняния представлены слизистыми обонятельными капсулами, связанными с ноздрями.

Выделительная система представлена парой первичных туловищных почек, на поверхности которых лежат надпо-

чечники. Мочеточники впадают в клоаку. Сюда же у вышших амфибий открывается мочевой пузырь. Моча выводится в клоаку, а затем наружу. С мочой выводится основной продукт белкового обмена — мочеви́на и остальные продукты.

Размножение и развитие земноводных происходит в воде. Семенники и яичники парные. Оплодотворение чаще всего наружное. Развитие с метаморфозом.

Систематика земноводных приведена в таблице 12.

Таблица 12

Безногие (червяги)	Хвостатые (тритоны, саламандры, амбистомы)	Бесхвостые (лягушки, жабы)
1. Конечностей и хвоста нет 2. Ведут подземный и водный образ жизни	1. Конечности одинаковы по длине. Длинное туловище и хвост 2. Водный образ жизни	1. Задние конечности длиннее передних, хвоста нет. Туловище уплощено 2. Полуводный и наземный образ жизни

Значение земноводных:

- являются важным компонентом водных и наземных биоценозов;
- регулируют численность насекомых;
- используются в пищу;
- применяются в научных целях.

Вопросы и задания

1. Выберите признаки, относящиеся к земноводным:
 - а) кожный газообмен;
 - б) покровы из многослойного эпителия;
 - в) крестцовый отдел из четырех позвонков;
 - г) наличие грудной клетки;
 - д) наличие слюнных желез;
 - е) развитие без метаморфоза;
 - ж) развитие с метаморфозом;
 - з) трехкамерное сердце;
 - и) наличие артериального конуса;
 - к) 12 пар черепно-мозговых нервов;

л) наличие барабанной перепонки и одной слуховой косточки;

м) туловищная почка.

2. Земноводные обитают в:

а) морских водах;

б) морских и пресных водах;

в) пресных водах.

3. Зимуют на суше:

а) травяная лягушка;

б) озерная лягушка;

в) прудовая лягушка;

г) тритон.

4. Сколько отделов в позвоночнике лягушки?

а) Три;

б) пять;

в) четыре;

г) два.

5. Какая из названных костей не относится к плечевому поясу:

а) воронья кость;

б) лопатка;

в) плечевая кость;

г) ключица;

д) грудина?

6. Выберите правильные утверждения:

а) у самцов лягушек во время кваканья сильно раздуваются барабанные перепонки;

б) кожа жаб частично покрыта ороговевшими клетками;

в) тритоны живут в воде, а размножаются на суше;

г) сердце у бесхвостых земноводных трехкамерное, а у хвостатых — двухкамерное;

д) оплодотворение у всех земноводных внутреннее;

е) земноводные — раздельнополые животные;

ж) в скелете передних конечностей земноводных три отдела — плечо, предплечье, кисть;

з) нервная система земноводных развита хуже, чем у рыб, так как земноводные малоподвижны;

и) у бесхвостых земноводных развиты органы слуха и есть барабанная перепонка.

3.14. Класс Пресмыкающиеся.

Общая характеристика

Класс пресмыкающихся (рептилий) насчитывает около 6 тыс. видов, распространенных в водной (вторично-водные), а также в наземно-воздушной средах обитания. Это настоящие наземные животные, которые возникли в конце карбона в позднем палеозое от земноводных. Их развитие и расцвет связаны с изменением климатических условий, уменьшением количества заболоченных площадей, господством континентального климата.

Происхождение пресмыкающихся обусловлено следующими ароморфозами:

- появлением механизма засасывания воздуха в легкие;
- появлением способности выделять отходы в виде нерастворимых веществ;
- увеличением больших полушарий головного мозга и появлением первичной однослойной коры мозга;
- возникновением тазовых почек с реабсорбцией воды;
- возникновением ячеистых легких с большой дыхательной поверхностью;
- возникновением частичной (у крокодилов полной) перегородки в желудочке сердца, что привело к частичному разделению потоков венозной и артериальной крови;
- появлением трех артериальных стволов, выходящих непосредственно из сердца;
- возникновением амниотических яиц и возможности их развития на суше;
- внутренним оплодотворением.

Признаки эволюционной преемственности рептилий:

- в сердце один желудочек;
- смешанная кровь в артериальной части большого круга;
- пойкилотермность;
- наличие клоаки.

Класс рептилий насчитывает четыре современных отряда:

- 1) чешуйчатые (ящерицы, змеи);
- 2) черепахи;
- 3) крокодилы;
- 4) клювоголовые (гаттерии).

Однако с учетом палеонтологических данных систематических групп рептилий больше.

Кожные покровы образованы ороговевшим эпидермисом, обновляемым за счет своих нижних слоев, состоящих из живых клеток. Роговые щитки предохраняют от испарения влаги и иссушения. Влага через кожу испаряется, однако у пустынных животных эти потери воды минимальны. Кожных желез почти нет.

Скелет почти полностью костный. В черепе сохраняются хрящи в обонятельной и слуховой областях. В скелете головы два отдела — мозговой и висцеральный.

Позвоночник состоит из следующих отделов:

1) шейного — 8 позвонков (у ящерицы), 1-й позвонок — атлант, 2-й — эпистрофей;

2) грудного — 22 позвонка, каждый из которых несет по ребру; первые пять пар образуют грудную клетку, срастаясь с грудиной;

3) пояснично-крестцового — 2 позвонка, к которым прикрепляются кости таза, образующие тазовый пояс;

4) хвостового — иногда несколько десятков позвонков.

Скелет пояса передних конечностей образован парными ключицами, лопатками и коракоидами. Пояс передних конечностей у пресмыкающихся прочнее, чем у амфибий, а сами конечности аналогичны по строению конечностям амфибий.

Тазовый пояс образован парными, сросшимися седалищными, подвздошными и лобковыми костями. Задние конечности имеют характерное для наземных животных строение.

В мышечной системе появляются межреберные мышцы, участвующие в дыхании.

В пищеварительной системе в качестве особенностей следует отметить срастающиеся с костями конические зубы, длинный мускулистый язык, наличие зачаточной слепой кишки.

Дыхательная система легочного типа с развитыми воздухоносными путями — гортанью, трахеей, бронхами. Задняя часть легких часто вытянута и превращена в воздушные мешки. Кровь в них не окисляется. Чем выше температура воздуха, тем чаще совершаются дыхательные движения.

Кровеносная система замкнутая. Два круга кровообращения. Сердце трехкамерное, у крокодилов — четырехкамерное. Артериальный ствол разделен на три сосуда, отходящих

от разных частей желудочка: от правой части отходит легочный сосуд, несущий венозную кровь, от левой части — правая дуга аорты, ветвящаяся на сонные и подключичные артерии, а от середины желудочка отходит левая дуга аорты, которая, соединившись с правой дугой, образует спинную аорту. Смешанная кровь находится только в левой дуге аорты и, следовательно, в спинной аорте. Но там преобладает окисленная кровь, которая и поступает к внутренним органам. Голова и передние конечности получают чистую артериальную кровь по сосудам, отходящим от правой дуги аорты. Венозная кровь возвращается в правое предсердие по нижней и верхней полым венам. Пресмыкающиеся — пойкилотермные животные с относительно низким уровнем обмена веществ.

Нервная система развивается в направлении увеличения больших полушарий головного мозга. Появляется первичная кора мозга, образованная серым веществом. На темени расположен теменной орган, напоминающий своим строением глаз. Он воспринимает световые раздражения. Мозжечок развит, продолговатый мозг образует изгиб, характерный для высших позвоночных. Рептилии обладают более сложными адаптивными поведенческими механизмами. У них проявляются как сложные безусловные, так и условные рефлексы.

Органы чувств развиты и приспособлены к наземному существованию. Глаза имеют веки и мигательную перепонку, орган слуха состоит из внутреннего и среднего уха. В среднем ухе только одна косточка. Во внутреннем ухе несколько обособляется улитка. Есть органы обоняния, осязания и вкуса. К органам обоняния относится и *якобсонов* орган — извитая, слепо заканчивающаяся полость, отходящая от крыши рта.

Размножение и развитие проходит на суше. Оплодотворение внутреннее. Копулятивный орган самцов образован выростом задней стенки клоаки. Встречаются яйцеживородящие пресмыкающиеся и даже пресмыкающиеся, обладающие плацентой (*морские змеи*).

Отряд Клювоголовые включает один вид — *гаттерия*.

Отряд Чешуйчатые включает подотряды ящериц, хамелеонов и змей.

Отряд Крокодилы включает подотряд гавиалов, аллигаторов, кайманов и настоящих крокодилов.

Отряд Черепахи включает подотряды скрытошейных, бокошейных, морских черепах.

Значение пресмыкающихся:

- уничтожают насекомых;
- употребляются в пищу;
- кожу и панцири используют для изготовления различных изделий.

Вымершие пресмыкающиеся. Ныне живущие на Земле пресмыкающиеся являются небольшими остатками от их прошлого разнообразия. Вообще говоря, пресмыкающихся с учетом их бывшего разнообразия делят на семь подклассов. Среди них наиболее значительными были представители подкласса синапсид, достигшие своего расцвета в пермский период и ставшие предками млекопитающих. Синапсиды, подобно млекопитающим, имели дифференцированные зубы. Синапсиды окончательно вымерли в юрском периоде, когда господствующей группой пресмыкающих стали динозавры (вместе с современными крокодилами относящиеся к подклассу архозавров). Многие динозавры умели передвигаться на двух ногах. Некоторые динозавры (например, *диплодок*) достигали огромных размеров. Динозавры несколько раз порождали летающие формы (*рамфоринхи*, *птеродактили*), самой удачной из которых стали птицы. Вымерли динозавры на рубеже мезозойского и кайнозойского периодов. В морях в триасовый и юрский периоды жили плезиозавры (подкласс синаптозавров) и ихтиозавры (подкласс ихтиоптеригий).

Лохнесское чудовище, если оно существует, — это плезиозавр.

Вопросы и задания

1. Какими приспособлениями к жизни на суше обладают пресмыкающиеся?

2. Ящерицы бегают, приподнимая тело над поверхностью земли. В какой среде обитания это имеет особенное приспособительное значение и почему?

3. Температура тела ящериц колеблется в пределах 14—32 °С.
К каким животным можно отнести пресмыкающихся?

4. Подвижность головы пресмыкающихся обеспечивается шейным отделом позвоночника, в котором:

- а) 2 позвонка;
- б) 6 позвонков;
- в) нет позвонков;
- г) 7—10 позвонков.

5. Четырехкамерное сердце появляется в классе рептилий у:

- а) змей;
- б) крокодилов;
- в) черепах;
- г) ящериц.

6. В кровеносной системе пресмыкающихся отсутствует:

- а) легочная артерия;
- б) артериальный конус;
- в) левая дуга аорты;
- г) правая дуга аорты.

7. Пресмыкающиеся возникли в:

- а) протерозойский период;
- б) палеозойский период;
- в) мезозойский период;
- г) кайнозойский период.

8. Выберите правильные утверждения:

а) яйца пресмыкающихся покрыты оболочкой, предохраняющей зародыш от высыхания;

б) дыхательная поверхность легких ящерицы больше, чем дыхательная поверхность легких тритона;

в) желудочек сердца всех пресмыкающихся имеет полную перегородку;

г) активность пресмыкающихся в жару понижается, а при низких температурах повышается;

д) все пресмыкающиеся откладывают яйца на суше;

е) пресмыкающиеся северных районов (ящерицы и змеи) относятся к яйцеживородящим;

ж) геккон относится к отряду черепах;

з) в желудочке сердца ящерицы смешанная кровь.

3.15. Класс Птицы

Класс Птицы насчитывает около 8000 видов. Птицы произошли от рептилий раннего мезозоя. Они обладают обтекаемой формой тела, покрыты перьями, передвигаются на двух конечностях. Подвижная голова птиц вооружена клювом. Органы чувств у них хорошо развиты. Птицы распространены по всему земному шару и приспособлены к самым разнообразным условиям среды. Класс сформировался в результате следующих ароморфозов:

- появления перьев и стабильной температуры тела;
- совершенствования нервной системы;
- появления легких трубчатых костей в скелете;
- появления дыхательных мешков в дыхательной системе;
- возникновения четырехкамерного сердца и полного разделения артериальной и венозной крови.

У птиц сохранились признаки их предков:

- размножение путем откладывания яиц;
- наличие правой дуги аорты с артериальной кровью;
- наличие роговой чешуи на задних конечностях и рогового чехла на челюстях (клюв);
- наличие клоаки.

Приспособленность птиц к полету обеспечили следующие идиоадаптации:

- передние конечности превратились в крылья;
- движение крыльев обусловило развитие мощных грудных мышц, прикрепленных к килю грудины;
- развитие ряда типов перьев — контурных — кроющих и маховых, рулевых, пуховых, выполняющих различные функции;
- сращение многих костей скелета и их облегченность, наличие воздушных полостей в костях;
- редукция зубов, облегчающая вес тела;
- передвижение на двух ногах;
- обособление мускульного желудка;
- высокая скорость обмена веществ;
- развитие одного яичника (левого).

Кожа птиц тонкая, почти лишенная желез. Есть только копчиковая железа, секрет которой служит для создания во-

донепроницаемости перьевого покрова. У *страусов* и *дроф* копчиковой железы нет. Роговыми образованиями тонкого эпидермиса являются клюв, когти, роговые щитки цевки, перья. Перья расположены на участках кожи, называемых птерилиями. Участки кожи, лишенные перьев, называются аптериями. Такое расположение перьев имеет приспособительное значение, ибо облегчает подвижность кожи, сокращение мышц, приводящих крылья в движение. Перо состоит из очина, стержня и опахала. Основу оперения составляют контурные перья, которые могут быть кроющими, маховыми и рулевыми. Под контурными перьями расположены пуховые перья, служащие для уменьшения теплоотдачи. Перья птиц и чешуи рептилий генетически связаны в своем развитии. Птицы линяют два и более раз в году.

Скелет птиц имеет характерные отделы.

Скелет черепа делится на мозговой и висцеральный. Челюсти покрыты роговым чехлом — клювом. Череп птиц легкий, образован сросшимися костями.

Скелет туловища образован позвоночником и грудной клеткой:

- шейный отдел — от 11 до 25 позвонков;
- грудной отдел — 6 позвонков, 5 из которых связаны с пятью парами двучленных ребер;
- грудина имеет вертикальный вырост — киль;
- пояснично-крестцовый отдел образован сросшимися позвонками, вместе с костями таза он образует сложный крестец;
- хвостовой отдел — 1—9 позвонков.

Плечевой пояс птиц состоит из трех пар костей — лопаток, ключиц и вороньих костей. Ключицы, срастаясь, образуют вилочку.

Скелет крыла состоит из плечевой, локтевой и лучевой костей и сросшихся костей запястья и пястья. Фаланги трех пальцев редуцированы.

Тазовый пояс представлен тремя парами сросшихся костей.

Скелет задней конечности состоит из бедренной, сросшихся большой и малой берцовой костей, стопы, в состав которой входит цевка и фаланги пальцев.

Мускулатура птиц хорошо развита. Мышечная система дифференцирована лучше, чем у их предков. Наибольшее

значение имеют хорошо развитые грудные и подключичные мышцы.

Пищеварительная система начинается с клюва. В ротовой полости есть язык. Пища проходит глотку, затем попадает в пищевод. У многих пищевод имеет расширение — зоб, где происходит накопление и размягчение пищи. Желудок делится на железистый и мускулистый отделы. В железистом отделе пища переваривается под действием ферментов, в мускулистом — перетирается мелкими камушками, проглоченными птицей. Из желудка пища попадает в двенадцатиперстную кишку. Тонкая кишка переходит сразу в прямую, которая открывается в клоаку.

Дыхательная система образована дыхательными путями и легкими с воздушными мешками. Газообмен происходит в ветвящихся бронхиолах легких. Воздух проходит через ноздри в гортань, трахею, бронхи. Некоторые бронхи оканчиваются воздушными мешками, заходящими в полости между внутренними органами, в полости костей, между мышцами. Кровь окисляется только в легких, через которые воздух проходит два раза — при вдохе и при выдохе. Такой механизм дыхания птиц называется двойным. Воздушные мешки помимо дыхательной функции обеспечивают охлаждение организма, уменьшают трение между органами, уменьшают плотность тела.

У птиц две гортани — верхняя и нижняя. Нижняя гортань находится в месте разделения трахеи на два бронха и называется певчей. Эта гортань выполняет функцию голосового аппарата. Органы дыхания играют значительную роль в терморегуляции птиц. При повышении температуры дыхание учащается и теплоотдача увеличивается.

Кровеносная система образована четырехкамерным сердцем и сосудами. Дуга аорты только правая, левая редуцирована. В результате кровь полностью разделена на венозную и артериальную. Птицы — теплокровные животные. Уровень обмена веществ у них очень высок.

Органы выделения представлены тазовыми почками. Мочеточники открываются в клоаку. Мочевого пузыря нет, поэтому моча не накапливается.

Нервная система развита хорошо. Увеличены головной мозг и его масса. Развита зрительная бугры, средний мозг и мозжечок. Развитие мозжечка связано со сложной координацией движений.

Органы чувств совершеннее, чем у рептилий.

Глаза крупные, защищены веками и мигательной перепонкой. Зрение цветное, в большинстве случаев почти монокулярное. У сов — бинокулярное. Птицы обладают высокой остротой зрения, так как у них наблюдается двойная аккомодация — изменение кривизны хрусталика и изменение расстояния между хрусталиком и сетчаткой.

Органы слуха состоят из внутреннего и среднего уха. Слуховая косточка одна. Птицы хорошо слышат.

Органы обоняния развиты слабо.

Размножение. Птицы — раздельнополые животные с выраженным половым диморфизмом. Размножаются птицы, откладывая яйца. У самцов развиваются парные семенники. У самок — один левый яичник и яйцевод. Оплодотворенная яйцеклетка, продвигаясь по яйцеводу, покрывается яйцевыми оболочками — белковой, волокнистой и скорлуповой. Собственно яйцом является желток. Все остальные образования продуцируются яйцеводом. В верхней части желтка находится зародышевый диск. Желток содержит весь необходимый для развития зародыша запас питательных веществ и воды. Желток подвешен на белковых нитях — халазах. Это предохраняет зародыш от толчков и ориентирует зародышевый диск всегда вверх, что важно для насиживания яиц. Белок выполняет защитную и питательную функции, обеспечивая зародыш водой. Скорлупа выполняет функции защиты и газообмена. Самая наружная оболочка яйца предохраняет зародыш от проникновения бактерий.

Зародыш развивается в матке и клоаке. Он защищен зародышевыми оболочками.

Развитие зародыша требует повышенной температуры (примерно 40°C). Насиживание яиц у разных видов птиц занимает разное время — от 16 до 40 суток.

Систематика птиц:

- надотряд пингвинов;
- отряд пингвинов;

- виды: *пингвин Адели*, *королевский пингвин*, *золото-волосый пингвин*;

- надотряд бескилевых;

- отряды: африканские страусы; американский страус (*нанду обыкновенный*); австралийские страусы (*казуары*, *эму*); бескрылые (*киви*);

- надотряд килегрудых;

- отряды: трубконосые (*буревестники*), аистообразные, гусеобразные, дневные хищники, совы, куриные, воробьиные и т.д.

Значение птиц:

- регулируют численность насекомых и мелких грызунов;
- опыляют растения и распространяют семена;
- распространяют инфекции.

Вопросы и задания

1. Какие прогрессивные признаки появились у птиц по сравнению с пресмыкающимися?

2. И птицы, и рептилии откладывают яйца. Почему размножение птиц считают более совершенным, чем размножение рептилий?

3. О каких особенностях птицы можно узнать по форме клюва?

4. Какие из органов чувств у птиц развиты особенно хорошо?

5. Выберите правильные утверждения:

а) все птицы теплокровные животные;

б) все птицы летают;

в) на Земле около 9000 видов птиц;

г) у птиц существует двойная аккомодация зрения;

д) у летающих птиц нет пуховых перьев;

е) у большинства птиц только одна железа — когчиковая;

ж) клюв птиц покрыт костными щитками;

з) пуховые перья не имеют опахала;

и) самые крупные контурные перья — это маховые и рулевые;

к) у птиц губчатые легкие;

л) газообмен происходит в легких и легочных мешках.

6. Какие прогрессивные черты биологии размножения развились у птиц?

7. Кто более плодовит, рептилии или птицы? Ответ доказите.

8. С чем связано колониальное гнездование птиц?

3.16. Класс Млекопитающие. **Общая характеристика**

Класс насчитывает около 4000 видов. Представители класса достигли в процессе эволюции наиболее прогрессивного развития и распространены почти повсеместно, за исключением Антарктиды. Они заселяют самые разнообразные среды жизни. Появление млекопитающих в мезозойскую эру сопровождалось следующими ароморфозами:

- развитием коры головного мозга, обеспечившей широкую адаптацию млекопитающих к условиям окружающей среды. Их поведенческие реакции стали сложными и совершенными;

- возникновением и развитием органов для вынашивания и вскармливания плода — матки и молочных желез;

- возникновением волосяного покрова, обеспечившего наряду с кожным кровоснабжением терморегуляцию организма и поддержание постоянной температуры тела;

- возникновением четырехкамерного сердца и разделения потоков крови на венозный и артериальный;

- возникновением мышечной диафрагмы, что обеспечило более интенсивное дыхание и газообмен.

Млекопитающие обладают рядом признаков эволюционной преимущества:

- способностью однополодных (утконоса и ехидны) откладывать яйца;

- присутствием в эмбриогенезе млекопитающих стадии развития их предков;

- наличием в коже роговых производных.

Общие признаки млекопитающих:

- тело покрыто шерстью или производными вторичного характера (иглы, щетина, чешуйчатые панцири);

- кожа богата сальными, потовыми железами; развиты молочные железы; у некоторых есть пахучие железы:

- череп соединен с позвоночником двумя затылочными мыщелками;

- в полости среднего уха находятся три слуховые косточки, у большинства видов есть наружная ушная раковина (кроме китов, многих ластоногих, слепышей) и наружный слуховой проход, зубы дифференцированы на резцы, клыки и коренные;

- сердце четырехкамерное с левой дугой аорты;

- эритроциты безъядерные;

- крупные плацентарные млекопитающие — теплокровные животные. У мелких животных температура тела может меняться, иногда в довольно широких пределах ($37-13^{\circ}\text{C}$ у низших насекомоядных).

Кожный покров млекопитающих участвует в терморегуляции организма. Кожа обильно снабжается кровью. Диаметр кровеносных сосудов регулируется рефлекторно, благодаря чему теплоотдача увеличивается при расширении сосудов или уменьшается при их сужении.

Строение волоса подробно описано в разделе «Анатомия и физиология человека». Здесь следует отметить, что утрата волос связана прежде всего с приспособлениями к водному образу жизни (киты, дельфины и др.) или к существованию в жарком климате (слоны).

Волосной покров состоит из разных типов волос — пуховых, остевых и чувствующих (вибриссов). У разных видов доля каждого из типов волос различна. У крота почти нет остевых волос, у оленей, наоборот, взрослые особи лишены пуха или подшерстка.

Роговыми производными эпидермиса кожи являются чешуя, ногти, когти, копыта, полые рога, роговой клюв. Рога оленей состоят из костного вещества.

Мышечная система хорошо развита и дифференцирована. Появляется мышечная диафрагма. Развивается подкожная мускулатура, позволяющая свертываться в клубок, обозначать эмоциональное состояние.

Скелет позвоночника представлен следующими отделами:

- **шейным** — у всех млекопитающих, кроме ленивцев и ламантина, 7 позвонков. Два первых (атлант и эпистрофей) хорошо выражены. Длина шейного отдела зависит от роста и образа жизни. Голова лошадей, многих хищников очень подвижна благодаря длинной шее. У кротов шея короткая, подвижность головы незначительна;

- **грудным** — 12—15 позвонков, причем к первым семи прикрепляются ребра, срастающиеся с грудиной, остальные позвонки несут ложные ребра;

- **поясничным** — 2—9 позвонков с рудиментарными ребрами;

- **крестцовым** — образован обычно четырьмя сросшимися позвонками;

- **хвостовым** — насчитывает от 3 до 50 позвонков.

Череп образован прочной мозговой коробкой. У млекопитающих развивается костное небо, отделяющее носовой проход от ротовой полости и препятствующее закупорке воздухоносных путей во время еды.

Плечевой пояс образован парными лопатками и ключицами, которые у собачьих и копытных отсутствуют. Тазовый пояс состоит из сросшихся (у большинства видов) парных костей и образует одну тазовую кость.

Скелет парных конечностей по строению характерен для позвоночных. Отличия в основном связаны с образом жизни. У наземных позвоночных удлиняются верхние отделы. У водных млекопитающих пясть и плюсна превращаются в ласты. У копытных сокращается число пальцев и т.д.

Пищеварительная система дифференцирована на отделы. Пищеварительные железы хорошо развиты. Преддверие рта окружено губами. У некоторых видов есть защечные мешки. В ротовой полости находятся зубы, закрепленные в альвеолах челюстей. Четыре пары слюнных желез. Их секрет содержит фермент птиалин, расщепляющий крахмал. В ротовой полости находится язык, функционирующий как орган вкуса, лакания жидкости, перемешивания пищи.

По пищеводу пища поступает в желудок. Желудок может быть однокамерным или многокамерным (у жвачных). Он снабжен многочисленными железами, выделяющими пищеварительный сок, слизь, кислоту и другие вещества. Строение желудка зависит от вида пищи. Желудок жвачных разделяется на рубец, сетку, книжку и сычуг. Пища в рубце подвергается брожению, затем поступает в сетку. Из сетки она отрыгивается в рот, где пережевывается. Потом пища поступает в книжку и сычуг. В этих отделах происходит ее окончательное переваривание.

Из желудка пища поступает в двенадцатиперстную кишку. В нее открываются протоки печени и поджелудочной железы. Здесь пища окончательно переваривается и всасывается. У растительноядных видов (грызунов, зайцеобразных) развивается длинная и широкая слепая кишка. Она играет роль «бродильного чана», в котором происходит переработка клетчатки. У плотоядных видов слепая кишка развита слабо или отсутствует. Толстый кишечник заканчивается анальным отверстием.

Органы дыхания млекопитающих состоят из дыхательных путей и легких. Роль кожи в газообмене невелика. Поверхность легких в 50—100 раз больше поверхности кожи. Гортань образует голосовой аппарат. Трахея и бронхи хорошо развиты. Легкие имеют ячеистое строение и состоят из огромного количества легочных пузырьков — альвеол. У хищников количество альвеол достигает 300—500 млн. В дыхании участвует диафрагма. Дыхательная система участвует в терморегуляции организма животного. Виды, у которых потовые железы развиты слабо, испаряют воду с поверхности языка. Так, в жаркую погоду количество выдыхаемого за 1 мин. собаками воздуха возрастает примерно в 30 раз. В результате увеличивается и количество испаряемой воды.

Кровеносная система состоит из четырехкамерного сердца и сосудов. Имеется только левая дуга аорты, отходящая от левого желудочка, стенки которого толще, чем у правого. Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке и заканчивается в правом предсердии. В правом желудоч-

ке начинается малый, легочный круг кровообращения, который заканчивается в левом предсердии. Венозная кровь собирается от внутренних органов в воротную вену печени, а затем в заднюю (нижнюю) полую вену. От головы венозная кровь возвращается в сердце по верхней поллой вене.

Выделительная система представлена парными тазовыми почками — метанефросом. Почки состоят из наружного коркового слоя и внутреннего мозгового слоя. В корковом слое расположены извитые канальцы, начинающиеся боуменовыми капсулами, внутри которых находятся клубки кровеносных сосудов. Извитые канальцы впадают в собирательные канальцы, которые находятся в мозговом слое и открываются в почечную лоханку. Из лоханки моча по мочеточникам поступает в мочевой пузырь, а из него по мочеиспускательному каналу — наружу.

Нервная система хорошо развита. Это связано в первую очередь с увеличением общего объема мозга, особенно больших полушарий и мозжечка. Поверхность коры мозга сильно увеличена благодаря системе борозд и извилин. Такое развитие коры головного мозга обусловило адаптационные возможности млекопитающих.

Органы чувств у млекопитающих хорошо развиты. Важнейшую роль в их жизни играет обоняние. Обонятельные капсулы увеличены и снабжены системой складок.

Органы слуха так же хорошо развиты. В их структуре появляется наружный слуховой проход и ушная раковина.

За барабанной перепонкой, в среднем ухе расположены три слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремечко — производные костей нижней челюсти. Органы зрения и различение цвета развиты слабее, чем у птиц. У некоторых видов глаза редуцированы (кроты, слепыши). Органы осязания представлены вибриссами — осязательными волосами.

Половая система образована парными семенниками у самцов и яичниками у самок. Семенники находятся в мошонке, сообщаемой с полостью тела паховым каналом. Сперматозоиды выводятся из семенников по семяпроводам через половой член.

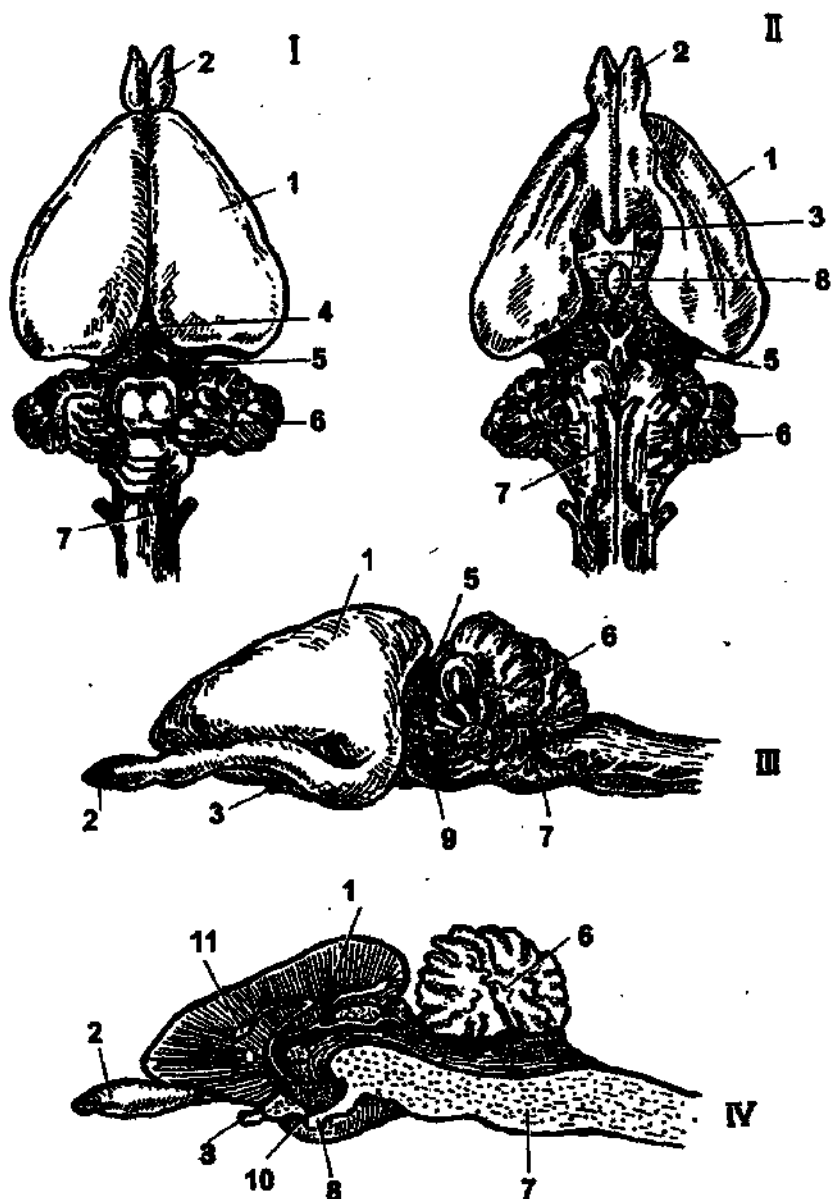


Рис. 38. Мозг кролика: I — сверху; II — снизу; III — сбоку;
IV — продольный разрез.

1 — большие полушария; 2 — обонятельные доли; 3 — зрительный нерв; 4 — эпифиз; 5 — средний мозг; 6 — мозжечок;
7 — продолговатый мозг; 8 — гипофиз; 9 — варолиев мост;
10 — мозговая воронка; 11 — мозолистое тело

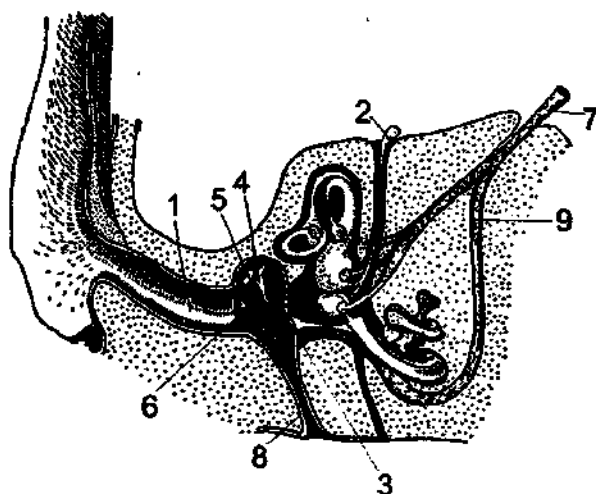


Рис. 39. Схема органа слуха млекопитающего:

1 — наружный слуховой проход; 2 — эндолимфатический канал;
3 — круглое окно; 4 — наковальня; 5 — молоточек; 6 — барабанная
перепонка; 7 — слуховой нерв; 8 — евстахиева труба; 9 — нерв улитки

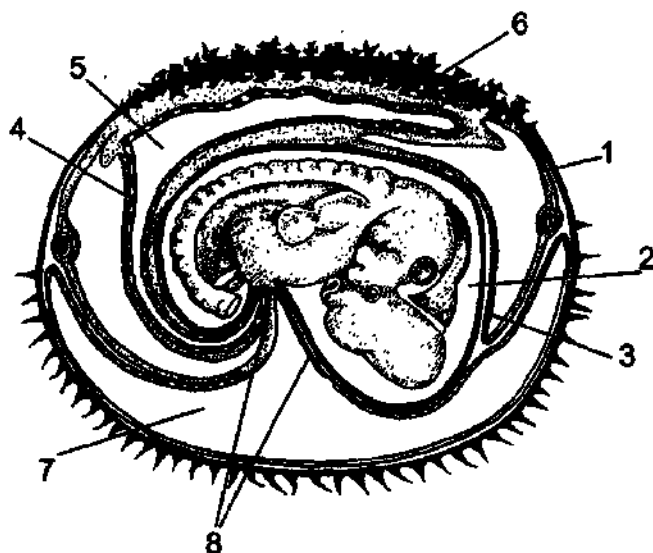


Рис. 40. Зародыш кролика в конце двенадцатого дня:

1 — серозная оболочка; 2 — амниотическая полость; 3 — амнион;
4 — аллантоис; 5 — полость аллантоиса; 6 — утолщенная часть
серозы, на которой образуется плацента; 7 — полость желточного
мешка; 8 — пупочный канатик

Парные яичники лежат в брюшной полости тела и прикреплены к ней. Рядом с яичниками открываются парные яйцеводы. Яйцеводы впадают в матку, которая открывается во влагалище. Эмбрион развивается в матке.

Все млекопитающие (за исключением утконоса и ехидны) — живородящие. Детенышей вскармливают материнским молоком. У многих млекопитающих развита охрана потомства.

Систематика млекопитающих:

- подкласс Первозвери (клячные) — *утконос и ехидна*;
- подкласс Настоящие звери;
 - инфракласс Сумчатые (*кенгуру, сумчатые волки, сумчатые медведи* и т.д.);
 - инфракласс Плацентарные (высших зверей);
 - отряды: Насекомоядные (*землеройки, ежи, кроты, выхухоли*), Рукокрылые (*летучие мыши, вампиры*), Грызуны (*белки, бобры, мыши, дикообразы* и др.), Зайцеобразные (*зайцы и пищухи*), Хищные (семейства кошачьих, собачьих, медведей, гиен и др.), Ластоногие (*тюлени, моржи*), китообразных (*киты, дельфины, кашалоты*), Парнокопытные: нежвачные — *свиньи, бегемоты*; жвачные — *олени, жирафы, быки*; мозоленогие — *верблюды, ламы*, Непарнокопытные (*лошади, носороги, тапиры*), Приматы: низшие (*тупайи, лемуры, лори*) и высшие (*капуцины, мартышки, человекообразные*).

Значение млекопитающих:

- являются участниками трофических цепей;
- употребляются в пищу;
- являются источником промышленного сырья — *кожи, лекарств*;
- переносят инфекционные заболевания, являются промежуточными и основными хозяевами гельминтов.

Задание

Выберите правильные утверждения:

- а) уровень организации мыши выше, чем у орла;
- б) копыта, шерсть, ногти, когти — производные эпидермиса;

в) во время линьки окраска шерсти не меняется;

г) одним из признаков класса млекопитающих является холоднокровность;

д) ни один другой класс животных, кроме млекопитающих, не кормит детенышей молоком;

е) у млекопитающих хорошо развиты органы осязания и обоняния;

ж) моржи, морские котики и тюлени относятся к отряду ластоногих;

з) почки млекопитающих относятся к метанефрическому типу;

и) все млекопитающие имеют 4 отдела желудка.

IV АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

4.1. Предмет анатомии и физиологии человека

Анатомия человека — частная биологическая наука, изучающая строение человеческого тела, его частей, органов и систем органов. Анатомия изучается параллельно с *физиологией* — наукой о функциях организма. Наука, изучающая условия нормальной жизнедеятельности человеческого организма, называется *гигиеной*.

Организм человека — это сложная саморегулирующаяся и самообновляющаяся система клеток, тканей, органов и систем органов, неклеточных структур, объединенных клеточными, гуморальными, нервными механизмами регуляции в целостный организм. Однако в отличие от других животных человек способен к созидательной, творческой деятельности, что оказалось возможным благодаря развитию абстрактного мышления и речи.

Гуморальная регуляция жизнедеятельности организма осуществляется гормонами, выделяемыми железами внутренней секреции и некоторыми другими веществами. Эта регуляция медленная, так как ее скорость ограничена скоростью движения крови по сосудам (0,005—0,5 м/с). Нервная регуляция обеспечивает быструю перестройку организма и его систем (120—140 м/с).

Организм человека связан с внешней средой обменными процессами. Изменения во внешней среде вызывают адекватную перестройку функций организма.

Развитие человека обуславливается его биологическими и социальными особенностями. Биологические особенности человека сформировались в результате эволюции и наследуются от поколения к поколению. Социальные особенности, сформировавшиеся под влиянием общения, обучения и воспитания, не наследуются, а приобретаются вместе с опытом каждого поколения.

4.2. Ткани

Ткань — это эволюционно сложившаяся система клеток и межклеточного вещества, обладающая общностью строения, развития и выполняющая определенные функции.

Характеристики тканей, образующих организм человека, приведены в таблице 13.

Таблица 13

Вид ткани	Особенности строения	Функции
Эпителиальная		
Образуется из экто-, энто- и мезодермы Разновидности эпителия: многослойный – эпидермис кожи, роговица глаза; однослойный: кубический (почечные канальца), цилиндрический (слизистая кишечника), мерцательный (дыхательные пути), железистый (слюнные и другие железы), плоский (серозные оболочки)	Образована плотно расположенными клетками с минимумом межклеточного вещества, способна быстро регенерировать	Барьерная, защитная, секреторная, обменная (всасывание и выделение)
Соединительная		
Образуется из мезодермы Находится во всех органах Разновидности: рыхлая волокнистая – сопровождает сосуды, нервы; плотная волокнистая – сетчатый слой кожи, сухожилия, связки и т.д.; жировая; хрящевая; костная; ретикулярная – красный костный мозг, лимфоузлы, селезенка Кровь и лимфа – жидкие соединительные ткани	Клетки ткани окружены развитым межклеточным веществом в виде волокон, костных пластинок, хрящей	Опорная, защитная, трофическая
Мышечные ткани		
Образуются из мезодермы Поперечно-полосатая скелетная Гладкая – образует стенки внутренних органов и кровеносных сосудов	Поперечно-полосатые многоядерные мышечные волокна Гладкие одноядерные волокна – миофибриллы	Сократимость, которая обеспечивается свойствами сократительных белков – актина и миозина.

Нервная	
Образуется из эктодермы	Нервные клетки (нейроны) и нейроглия, выполняющая трофическую функцию
Дендрит проводит возбуждение к телу клетки	Нейрон состоит из тела и отростков — одного неветвящегося аксона и дендритов
Аксон передает импульс к другим клеткам	Двигательные нервы проводят возбуждение от ЦНС к мышцам или железам
Нервы — пучки нервных волокон, покрытых соединительной тканью	Чувствительные нервы проводят возбуждение от рецепторов к ЦНС
	Синапсы — межнейронные контакты

Из тканей формируются органы. при органа является доминирующей. *Орган* — нная конкретные функции, имеющая ние.

Органы, сходные по своему строению, объединяются в системы органов: о. пищеварительную, кровеносную, лимфа. ную, выделительную, нервную, систему докринальную, половую.

Системы органов анатомически и фу. ны в организм.

Работа организма регулируется гумор. путями.

Организм способен к саморегуляции. Э устойчивость к влиянию внешней среды.

Все функции организма контролируют. ным путем, т.е. объединением нервной и ляции.

Вопросы и задания

1. Сформулируйте определения понятий: «орган», «организм», «система органов».
2. В чем заключается отличие клеток человека от клеток животных?
3. Какие морфологические признаки отличают человека от млекопитающих животных?
4. Соотнесите описание ткани с ее названием.

Название ткани	Описание ткани
1. Гладкая мышечная	а) Несколько слоев часто сменяющихся клеток. Межклеточное вещество неразвито
2. Поперечно-полосатая мышечная	б) Образована клетками с ресничками
3. Нервная	в) Клетки секретируют жидкости разного состава
4. Хрящевая соединительная	г) Межклеточное вещество развито, клетки содержат запасы жира
5. Железистый эпителий	д) Лимфа
6. Многослойный эпителий	е) Хорошо проводит электрические сигналы
7. Мерцательный эпителий	ж) Одноядерные удлинённые клетки, содержащие миофибриллы
8. Жидкая соединительная	з) Развито межклеточное, упругое вещество с эластическими волокнами
9. Жировая	и) Многоядерные длинные клетки с поперечной исчерченностью.

4.3. Строение и функции опорно-двигательной системы

Опорно-двигательная система образована скелетом и мышцами. В скелете человека 206 костей. Скелет выполняет защитную и опорную функции. Мышцы, рефлекторно сокращаясь, приводят в движение кости. Кости также участвуют в минеральном обмене и выполняют кроветворную функцию.

Строение кости

Кости образованы в основном соединительной костной тканью. В состав кости входят органические (оссеин) и неорганические вещества — вода (50%), соединения кальция, фосфора, магния (21,85%). Органические вещества (28,1%)

придают кости упругость и эластичность, неорганические — прочность и хрупкость. С возрастом в составе кости преобладают неорганические вещества, так как процессы биосинтеза белка замедляются.

Структурным элементом кости является *остеон* — система костных пластинок, концентрически расположенных вокруг канала, снабженного сосудами и нервами. Между остеонами находятся вставочные пластинки, в зависимости от расположения которых вещество кости подразделяют на компактное и губчатое. Типичная трубчатая кость имеет два конца — *эпифизы* и среднюю часть тела — *диафиз*. Между эпифизом и диафизом находится *метафиз*, который до 25 лет состоит из метафизарного хряща и обеспечивает рост кости в длину. Поверхность кости покрыта надкостницей, обеспечивающей рост кости в толщину, чувствительность, питание, срастание костей после переломов. На суставных поверхностях надкостницы нет.

Разновидности костей:

- трубчатые — длинные (плечевая, бедренная и т.д.);
- плоские (лопатки, ребра, тазовые);
- короткие (кости запястья, предплюсны);
- смешанные (позвонки, некоторые кости черепа).

Соединения костей:

- неподвижное, непрерывное — кости срастаются или скреплены соединительной тканью (соединения крыши черепа);
- полуподвижное — соединения позвонков межпозвоночными хрящевыми дисками;
- подвижное, прерывистое — суставы.

Сустав образован суставными поверхностями, покрытыми суставным хрящом, суставной соединительно-тканной сумкой, суставной полостью, содержащей суставную жидкость.

Суставы бывают:

- шаровидными — имеют несколько осей вращения (плечевой, тазобедренный);
- эллипсоидными — с двумя осями вращения (лучезапястный сустав);
- блоковидные — одна ось вращения (локтевой сустав).

Скелет обеспечивает поддержание определенной формы тела, защиту внутренних органов, локомоторные функции организма, движение отдельных частей тела.

Скелет головы — череп. Основные отличия черепа человека: объем мозговой части — до 1500 см³, большое затылочное отверстие на основании черепа, большие глазницы на лицевой части, подбородочный бугор на нижней челюсти, дифференцированные зубы молочной и постоянной генераций.

Мозговой отдел включает парные теменные, височные кости и непарные — лобную, затылочную, клиновидную и решетчатую кости.

Лицевой отдел включает парные верхнечелюстные, небные, скуловые, носовые, слезные и непарные — сошник, нижнюю челюсть, подъязычную.

Скелет туловища образован позвоночником, состоящим из пяти отделов:

- шейный отдел — 7 позвонков;
- грудной отдел — 12 позвонков, сочлененных с ребрами; грудные позвонки, ребра и грудина образуют грудную клетку;
- поясничный отдел — 5 позвонков;
- крестцовый отдел — 5 позвонков, срастающихся к 18—20 годам, образуют крестец;
- копчиковый отдел — 4—5 копчиковых позвонков.

Позвоночник имеет изгибы, два из которых (шейный и поясничный) направлены выпуклостью вперед, а два (грудной и крестцовый) — выпуклостью назад.

Скелет верхней конечности состоит из скелета плечевого пояса и скелета свободной верхней конечности.

В скелет плечевого пояса входят парные лопатки и парные ключицы. Скелет свободной верхней конечности (плечо, предплечье, кисть) образован плечевой костью, костями предплечья — локтевой и лучевой и костями кисти, состоящей из 8 костей запястья, 5 костей пястья и 14 костей фаланг пальцев (2 кости в большом пальце и по 3 кости в остальных пальцах).

Скелет нижней конечности образован костями тазового пояса и костями свободной нижней конечности.

Тазовый пояс состоит из двух тазовых костей, каждая из которых образована сросшимися подвздошной, лобковой и седалищной костями. Таз соединяет свободные конечности с туловищем и образует полость, содержащую некоторые внутренние органы.

Скелет свободной нижней конечности (бедро, голень, стопа) представлен бедренной, большой и малой берцовыми костями, костями стопы. Стопу составляют 7 костей предплюсны, 5 костей плюсны и фаланги пальцев.

Мышцы — активная часть опорно-двигательной системы.

Скелетные мышцы состоят из поперечно-полосатых мышечных волокон. Волокна образуют брюшко мышцы, которое на концах переходит в сухожилия, прикрепляющиеся к костям. Отдельные мышцы или их группы покрыты соединительно-тканными футлярами — фасциями.

По форме мышцы бывают длинными, короткими и широкими.

По положению мышцы делят на поверхностные и глубокие.

По характеру действия различают сгибатели, разгибатели, отводящие, приводящие и вращающие мышцы.

По характеру взаимодействия мышцы подразделяют на синергисты (жевательные мышцы) и антагонисты (двуглавая и трехглавая мышцы плеча).

Основные группы мышц (некоторые примеры)

Мышцы туловища — мышцы спины, груди и живота.

Мышцы груди (большая и малая грудные) осуществляют движения верхних конечностей. Межреберные мышцы обеспечивают изменение объема грудной клетки при дыхании. В эту группу мышц входит диафрагма.

Поверхностные мышцы спины обеспечивают движение конечностей и отчасти головы и шеи. **Глубокие мышцы спины** обеспечивают разгибание и вращение позвоночника, вертикальное положение тела.

Мышцы плечевого пояса: дельтовидная, подлопаточная.

Мышцы свободной верхней конечности: двуглавая мышца плеча, трехглавая мышца плеча, плечевая мышца.

Мышцы тазового пояса: ягодичные, грушевидная, гребенчатая.

Мышцы свободной нижней конечности: портняжная, икроножная, широкая мышца бедра.

Работа мышц. Мышечное волокно возбуждается нервными импульсами, поступающими от мотонейронов. Передача возбуждения происходит в нервно-мышечном синапсе благодаря выделению ацетилена. Медиатором является ацетилхолин. При этом возникает электрический импульс, деполяризующий мембрану мышечного волокна. Ионы Ca^{2+} поступают из эндоплазматической сети в цитоплазму, где активируют сократимый белок — миозин. Миозин, в свою очередь, вызывает отщепление от АТФ одного фосфатного остатка. В результате высвобождается энергия, необходимая для сокращения. Сокращение мышцы складывается из суммы сокращений отдельных мышечных волокон. Длительное сокращение мышцы называется тетанусом.

Утомление — временное понижение работоспособности органа. Утомление мышц связано с накоплением в них молочной кислоты. Кроме того, при утомлении расходуются запасы гликогена, а следовательно, снижается интенсивность синтеза АТФ.

Работоспособность мышц повышается при тренировках.

Вопросы и задания

1. Соотнесите названия костей с названиями отделов скелета.

1. Скелет головы: • лицевой отдел, • мозговой отдел 2. Пояс верхних конечностей 3. Пояс нижних конечностей 4. Свободная верхняя конечность: • плечо, • предплечье, • кисть 5. Свободная нижняя конечность: • бедро, • голень, • стопа 6. Позвоночник: • шейный отдел, • грудной отдел, • пояснично-крестцовый отдел	а) ключица б) лучевая кость в) скуловые кости г) теменные кости д) лопатка е) большая берцовая кость ж) затылочная кость з) кости предплюсны и) бедренная кость к) грудина л) тазовые кости м) кости пясти н) плечевая кость о) локтевая кость п) малая берцовая кость р) копчик с) крестец т) решетчатая кость у) лобковая кость ф) эпистрофей
--	--

2. Назовите основные группы мышц.
3. Как происходит мышечное сокращение?
4. Какие процессы происходят в клетках при мышечном утомлении?

4.4. Внутренняя среда организма. Состав и функции крови

Внутренняя среда организма образована *кровью, лимфой и тканевой жидкостью*.

Кровь составляет 7% от массы тела, лимфа — 1,2%, тканевая жидкость — 25%. Обмен веществ между клетками, лимфой и кровью осуществляется через тканевую жидкость, которая образуется из плазмы крови. Внутренняя среда организма обеспечивает гуморальную связь между органами. Она относительно постоянна. Постоянство внутренней среды организма называют *гомеостазом*.

Кровь — важная составная часть внутренней среды, жидкая соединительная ткань, состоящая из форменных элементов и плазмы.

Функции крови:

- транспортная — осуществляет транспорт и распределение химических веществ по организму;
- защитная — содержит антитела, осуществляет фагоцитоз бактерий;
- терморегуляционная — обеспечивает распределение тепла, образующегося в процессе метаболизма и выделения его во внешнюю среду;
- дыхательная — обеспечивает газообмен между тканями, клетками и внутренней средой.

В организме взрослого человека около 5 л крови, часть ее циркулирует по сосудам, а часть находится в кровяных депо.

Условия нормального функционирования крови:

- а) объем крови не должен быть меньше 7%;
- б) скорость кровотока — 5 л/мин. Определяется частотой сердечных сокращений (70—75 уд./мин.) и ударным объемом (75 мл);
- в) сохранение нормального тонуса сосудов.

Состав крови: плазма составляет 55% объема крови, из которых 90—92% — вода и 8—10% — неорганические и органические вещества.

В состав плазмы крови входят белки — альбумин, глобулины, фибриноген, протромбин. Плазму, лишенную фибрина, называют сывороткой, рН плазмы составляет 7,3—7,4.

Форменные элементы крови:

- эритроциты — красные безъядерные клетки крови диаметром 7,5 мкм (в 1 мм³ — 4—5 млн);
- лейкоциты — белые клетки крови диаметром 8—10 мкм (в 1 мм³ — 5—8 тыс.);
- тромбоциты — безъядерные обломки клеток (кровяные пластинки) диаметром 5 мкм (в 1 мм³ — 200—400 тыс.).

Зрелые *эритроциты* — безъядерные, двояковогнутые клетки. Основную часть составляет железосодержащий белок *гемоглобин*. Транспортирует молекулярный кислород, превращаясь в непрочное соединение — оксигемоглобин. Из тканей эритроцитами транспортируется углекислый газ. При этом гемоглобин превращается в карбгемоглобин. При отравлениях угарным газом образуется стойкое соединение гемоглобина — карбоксигемоглобин, неспособный связывать кислород.

Эритроциты образуются в красном костном мозге плоских костей из ядерных, стволовых клеток. Созревшие эритроциты циркулируют по крови 100—120 дней, после чего они разрушаются в селезенке, печени и костном мозге. Эритроциты могут разрушаться и в других тканях (исчезают синяки).

Тромбоциты — плоские безъядерные осколки клеток неправильной формы, участвующие в процессе свертывания крови и способствующие сокращению гладких мышц кровеносных сосудов. Образуются в красном костном мозге. В крови циркулируют 5—10 дней, затем разрушаются в печени, легких и селезенке.

Лейкоциты — бесцветные ядерные клетки, не содержащие гемоглобина. Численность лейкоцитов может колебаться в течение суток в зависимости от функционального состояния организма.

Общие свойства лейкоцитов:

- способны к амебоидному движению;
- могут проникать через стенки сосудов;
- обладают сродством к бактериальным токсинам, комплексам антиген — антитело;
- способны к фагоцитозу — захвату твердых тел;
- большая часть лейкоцитов находится за пределами сосудистого русла в межклеточном пространстве, 30% в костном мозге.

Виды лейкоцитов — *агранулоциты* и *гранулоциты*.

Гранулоциты образуются в красном костном мозге, разрушаются в селезенке, живут около двух суток:

- эозинофиллы способны к фагоцитозу, их число увеличивается при аллергиях, глистных заболеваниях;
- нейтрофилы способны к фагоцитозу бактерий и продуктов распада собственных тканей, образуют гной;
- базофилы содержат гепарин и гистамин, количество которого в крови увеличивается после приема жирной пищи. Гепарин обладает антисвертывающим действием, а гистамин расширяет капилляры в очагах воспаления, что обеспечивает их заживление.

Агранулоциты:

- лимфоциты образуются в лимфоузлах, миндалинах, аппендиксе, селезенке, тимусе, костном мозге, продуцируют антитела и антитоксины.

Различают *B*- и *T*-лимфоциты, причем *B*-лимфоциты вырабатывают антитела, *T*-лимфоциты дифференцируются в тимусе из поступивших туда стволовых клеток красного костного мозга, которые делятся на хелперов, супрессоров, киллеров (хелперы стимулируют реакции иммунитета; супрессоры блокируют чрезмерные реакции *B*-лимфоцитов; киллеры способны убивать даже опухолевые клетки);

- моноциты — обладают наиболее выраженной способностью к фагоцитозу.

Лейкоцитоз — повышение уровня лейкоцитов свыше 10 000.

Лейкопения — понижение уровня ниже 4000.

Лейкоз — очень сильное увеличение количества незрелых лейкоцитов.

Свертывание крови — важнейший защитный механизм, обеспечивающий предохранение организма от кровопотерь при повреждениях кровеносных сосудов. Свертывающая система крови включает 18 составных частей, важнейшие из которых:

- **тромбопластин** — липопротеид, содержащийся в тромбоцитах и в клетках стенки сосудов и способный превращаться из неактивной формы в активную (активный тромбопластин) под влиянием ионов Ca^{2+} ; **протромбин** — белок плазмы крови, превращающийся в тромбин;

- **фибриноген** — растворимый белок плазмы, превращающийся под влиянием тромбина в фибрин — нерастворимый белок. Фибрин на воздухе образует сгусток, называемый тромбом.

В настоящее время известно более 80 различных веществ, участвующих в свертывании крови. Для предупреждения случайного свертывания крови в просветах сосудов существует антисвертывающая система, включающая в себя гепарин и фибринолизин.

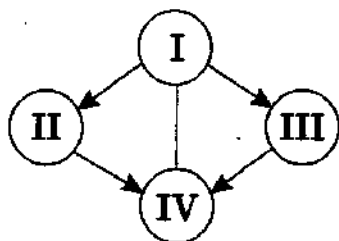
Увеличению свертывающей способности крови способствуют препараты, содержащие хлорид кальция, витамин К (викасол). При больших кровопотерях необходимо переливание крови.

Переливание крови заключается в подборе донорской крови и переливании ее реципиенту. Четыре группы крови определяются системой АВ0 (табл. 14). Это разделение зависит от содержания белков — агглютиногенов *A* и *B* в эритроцитах и белков — агглютининов (α и β) в плазме крове.

Таблица 14

Группа крови	Генотип	Агглютиногены в эритроцитах	Агглютинины в плазме
I (0)	00	Нет (0)	α , β
II (A)	AA, AO	A	β
III (B)	BB, BO	B	α
IV (AB)	AB	AB	нет (0)

Схема переливания крови:



При переливании крови необходимо учитывать наличие резус-фактора. Срок жизни форменных элементов крови ограничен. Относительное постоянство количества и состава крови в организме обеспечивается помимо сосудов кровеносного русла органами кроветворения (красный костный мозг, лимфоузлы, селезенка, клетки печени, синтезирующие белки плазмы) и органами кроворазрушения (ретикулярная ткань печени, селезенки).

Лимфа — содержимое лимфатических сосудов, бесцветная жидкость, образовавшаяся из тканевой жидкости, состоящая из воды — 95%, белков — 4% и эмульгированных жиров, имеющая щелочную реакцию, способная свертываться, так как содержит фибриноген. В лимфе присутствуют лимфоциты. Лимфатическая система образована лимфатическими сосудами, слепыми лимфатическими капиллярами, двумя лимфатическими протоками, открывающимися в подключичные вены, и лимфоузлами. Лимфа выполняет дренажную, транспортную и защитную функции.

Иммунитет — обеспечивает защиту организма от генетически чужеродных веществ, инфекций, поддерживает специфичность организма.

Иммунные реакции обеспечиваются антителами и фагоцитами. Антитела вырабатываются клетками — производными от В-лимфоцитов в ответ на появление в организме антигенов. Антиген и антитело образуют комплекс антиген — антитело, в котором антиген теряет свои патогенные свойства.

Врожденный иммунитет связан с антителами, полученными ребенком с молоком матери. Кроме того, он поддерживается строением кожи и слизистых оболочек, наличием

бактерицидных ферментов, кислой средой желудочного сока и т.д.

Приобретенный иммунитет обеспечивается клеточными и гуморальными механизмами (теория И. Мечникова и П. Эрлиха). Имму́нитет, возникший после заболевания, называется естественным. Если иммунитет возникает после введения вакцины, содержащей ослабленных возбудителей болезни или их токсины, то он называется искусственным активным иммунитетом. После введения сыворотки, содержащей готовые антитела, возникает искусственный пассивный иммунитет.

Вопросы и задания

1. Соотнесите химические вещества и клетки с их функциями в организме.

Химические вещества	Функции химических веществ
1. Гемоглобин	а) ионы — обязательный фактор свертывания крови
2. Ионы кальция	б) фактор, вызывающий гемолитическую желтуху плода
3. Резус-белок	в) растворимый белок плазмы крови, переходящий в нерастворимый
4. Гамма-глобулин	г) ионы, поддерживающие постоянство солевого состава плазмы крови
5. Фибрин	д) белок, активирующий переход фибриногена в фибрин
6. Фибриноген	е) защитный белок крови
7. Тромбин	ж) нерастворимый белок плазмы крови, основа тромба
8. Ионы натрия	з) белок, образующий соединения с кислородом и углекислым газом

2. В чем заключается суть реакции организма при переливании несовместимой по резус-фактору крови?

4.5. Строение и функции системы органов кровообращения

Сердечно-сосудистая система человека замкнутая и состоит из сердца и кровеносных сосудов, которые образуют два круга кровообращения — большой и малый (легочный).

Сердце — полый мышечный орган, состоящий из четырех камер — двух предсердий (левого и правого) и двух желудочков (левого и правого). Масса сердца около 300 г. Снаружи оно покрыто перикардом, переходящим около крупных сосудов сердца в эпикард. Между эпикардом и перикардом находится перикардальная жидкость, снижающая трение при сокращениях сердца. Под эпикардом находится миокард — мышечная оболочка сердца, образованная сердечной поперечно-полосатой мышечной тканью, состоящей из кардиомиоцитов, соединенных друг с другом вставочными дисками. Внутренняя оболочка сердца называется эндокардом.

Сердце разделено на две части сплошной перегородкой. Между предсердиями и желудочками находятся створчатые клапаны. В правой половине сердца — трехстворчатый, а в левой — двухстворчатый (митральный) клапаны. Створки клапанов удерживаются сухожильными нитями, связанными с сосочковыми мышцами стенок желудочков. При заполнении желудочка кровью клапаны закрываются и предотвращают обратный ток крови в предсердия.

На границе левого желудочка и аорты, правого желудочка и легочного ствола находятся полулунные клапаны. Они препятствуют обратному току крови из аорты и легочного ствола в сердце.

Автоматия сердца — это его способность сокращаться под влиянием собственных нервных импульсов, возникающих в правом предсердии. Импульсы возникают в синусно-предсердном узле правого предсердия (узел Киса — Флека). Затем они распространяются на всю сердечную мышцу по проводящей системе сердца. Эта система включает предсердно-желудочковый узел (узел Ашоффа — Тавара), лежащий в межпредсердной перегородке, предсердно-желудочковый пучок (пучок Гисса) и волокна Пуркинье, разветвляющиеся в толще миокарда желудочков. Проводящая система сердца образована проводящими кардиомиоцитами, иннервируемыми волокнами вегетативной нервной системы. Сердце может некоторое время сокращаться автоматически, даже будучи изолированным от организма.

Работа сердца состоит из трех фаз, объединенных в сердечный цикл:

1) систола предсердий — 0,1 с — поступление крови из предсердий в желудочки. Створчатые клапаны открыты;

2) систола желудочков — 0,3 с — поступление крови из желудочков в аорту и легочный ствол. Створчатые клапаны закрыты, полулунные — открываются;

3) диастола предсердий и желудочков — 0,4 с, общее расслабление сердца. Полулунные клапаны закрыты.

Средняя нормальная частота сердечных сокращения — 60—75 уд/мин, у тренированных людей частота сокращений сердца меньше, у новорожденных — 140 уд/мин.

Нервная регуляция сердечной деятельности осуществляется блуждающим нервом. Парасимпатические волокна замедляют работу сердца, симпатические — усиливают. Центры, регулирующие сердечную деятельность, находятся в продолговатом и спинном мозге, гипоталамусе и коре больших полушарий.

Гуморальная регуляция осуществляется гормонами надпочечников — адреналином (усиливает работу сердца) и ацетилхолином (замедляет работу сердца), а также гормоном щитовидной железы — тироксином (учащает сердечный ритм).

Кровеносные сосуды делятся на артерии, вены и капилляры.

Артерии — обладают толстыми стенками, с большим количеством эластических и гладких мышечных волокон. Давление крови и скорость кровотока в них наибольшие. Артерии несут артериальную кровь от сердца. Исключение составляют легочные артерии, несущие венозную кровь к легким.

Вены — состоят из трех слоев, но эластических и мышечных волокон в них меньше. Несут венозную кровь к сердцу, за исключением легочных вен, несущих артериальную кровь от легких.

Капилляры — мельчайшие кровеносные сосуды, стенки которых состоят из одного слоя клеток. Через стенки капилляров происходят обменные процессы между кровью и тканями.

Движение крови по сосудам. Кровь циркулирует по системе органов кровообращения, связывающей все органы человека. Процесс циркуляции крови называется гемодинамикой.

Он подчиняется законам гидродинамики и описывается формулой:

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R},$$

где Q — объемная скорость кровотока, зависящая от разности давлений крови в начале и конце каждого круга кровообращения ($P_1 - P_2$) и обратно пропорциональная сопротивлению сосудов — R .

Скорость кровотока в аорте равна 0,5 м/с, в капиллярах — 0,00005 м/с, в венах — 0,25 м/с. Замкнутость кровотока предполагает, что количество крови, протекающее через любое поперечное сечение, одинаково. А это означает, что суммарная площадь поперечного сечения капилляров в 10 тыс. раз больше площади поперечного сечения аорты.

Движение крови по сосудам определяется разностью давлений крови в артериях и венах. Эта разность давлений создается работой сердца и силой сопротивления стенок сосудов току крови. Скорость течения крови обратно пропорциональна суммарной площади поперечного сечения сосудов. Непрерывность тока крови обеспечивается эластичностью сосудов и колебаниями их стенок. Движению крови в венах способствуют венозные клапаны и скелетные мышцы, сокращение которых проталкивает кровь к сердцу. Крупные вены обладают присасывающим действием, возникающим при увеличении объема грудной полости.

Давление крови отражает состояние сердечной мышцы и стенок сосудов. Его разность в начале и в конце круга кровообращения обеспечивает движение крови по сосудам. Различают систолическое и диастолическое давление. Систолическое давление в норме равно 120 мм рт. ст., диастолическое — 80 мм рт. ст.

По мере продвижения крови по сосудистому руслу давле-

ние падает. Минимальных значений оно достигает в полых венах, во время вдоха.

При физической нагрузке давление крови повышается. У людей пожилого возраста стенки кровеносных сосудов теряют эластичность, что также ведет к повышению артериального давления.

Артериальный пульс — это ритмические колебания стенок артерий, вызванные поступлением крови в аорту во время систолы левого желудочка. Пульс, его частота и ритмичность, отражает состояние сердечно-сосудистой системы.

Регуляция гемодинамики осуществляется сосудодвигательным центром продолговатого мозга. Симпатические нервы суживают просветы сосудов, парасимпатические — расширяют. Сосуды мозга, легких и сердца не суживаются при возбуждении симпатических волокон.

К гуморальным регуляторам просвета сосудов относятся сосудосуживающие гормоны — адреналин, вазопрессин, и сосудорасширяющие — ацетилхолин, гистамин.

Круги кровообращения. Из правого желудочка венозная кровь поступает в легочный ствол, который делится на правую и левую легочные артерии. В легких кровь становится артериальной и возвращается по четырем легочным венам в левое предсердие. Так завершается малый круг кровообращения.

Большой круг начинается в левом желудочке. Кровь поступает в аорту и две коронарные артерии сердца. Аорта имеет восходящую и нисходящую части. Восходящая часть переходит в дугу аорты, от которой отходят сонные и подключичные артерии. По ним кровь движется к голове, верхним конечностям. Нисходящая часть образует грудную и брюшную аорты. Их ветви снабжают кровью органы грудной и брюшной полости, органы малого таза, нижние конечности. От верхней части туловища кровь поступает в правое предсердие по верхней полой вене. Нижняя полая вена собирает кровь от нижней части туловища и от непарных органов брюшной полости — желудка, кишечника, поджелудочной железы и селезенки. Кровь от этих органов поступает сначала в воротную вену печени. Там происходит дезинтоксикация крови. Затем по двум печеночным венам кровь направляется в ниж-

нюю полую вену. Верхняя и нижняя полые вены впадают в правое предсердие, где и заканчивается большой круг кровообращения. Часть от общего объема крови «депонируется» в кровяных депо — венозном русле, селезенке, печени, коже. Депонированная кровь является резервом, который не требуется организму в спокойном состоянии, но может оказаться необходимым при напряженной работе и кровопотерях. Депонированная кровь восполняет недостаток объема крови, кислорода и глюкозы.

Вопросы и задания

1. Расставьте фазы сердечного цикла в правильной последовательности:

- а) сокращение желудочков;
- б) пауза;
- в) сокращение предсердий;
- г) расслабление предсердий.

2. Венозные клапаны:

- а) препятствуют обратному току крови;
- б) подталкивают кровь к сердцу;
- в) регулируют просвет сосудов;
- г) направляют движение крови от сердца.

3. Кровь в аорту поступает из:

- а) правого желудочка сердца;
- б) левого предсердия;
- в) левого желудочка сердца;
- г) правого предсердия.

4. Полые вены впадают в:

- а) левое предсердие;
- б) правое предсердие;
- в) левый желудочек;
- г) правый желудочек.

5. Расслабление сердца длится:

- а) половину времени от всего цикла;
- б) меньше половины времени от всего цикла;
- в) больше половины от всего цикла.

6. Нервные центры, регулирующие сердечную деятельность, расположены в мозге:

- а) спинном;
- б) среднем;

- в) промежуточном;
- г) спинном и продолговатом.

7. Максимальным считается давление крови в:

- а) верхней поллой вене;
- б) аорте;
- в) легочной вене;
- г) легочной артерии.

8. Скорость кровотока максимальна в:

- а) нижней поллой вене;
- б) аорте;
- в) легочной артерии;
- г) легочной вене.

9. У людей, попавших в аварию или пострадавших в результате травм, пульс прощупывают в области шеи. В каком кровеносном сосуде обнаруживается этот пульс?

- а) в сонной артерии;
- б) в легочной артерии;
- в) в аорте;
- г) в легочной вене.

10. Учащает работу сердца гормон:

- а) тироксин;
- б) адреналин;
- в) норадреналин;
- г) вазопрессин.

4.6. Строение и функции дыхательной системы

Дыхательная система выполняет функцию газообмена, доставки в организм кислорода и выведения из него углекислого газа. Воздухоносными путями служат полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, бронхиолы и легкие.

В верхних дыхательных путях воздух согревается, очищается от различных частиц и увлажняется. В альвеолах легких происходит газообмен.

Полость носа выстлана слизистой оболочкой, в которой выделяют две, отличающиеся по строению и функциям, части: дыхательную и обонятельную.

Дыхательная часть покрыта ресничным эпителием, выделяющим слизь. Слизь увлажняет вдыхаемый воздух, обвола-

кивает твердые частички. Слизистая оболочка согревает воздух, так как она обильно снабжается кровеносными сосудами. Три носовые раковины увеличивают общую поверхность полости носа. Под раковинами находятся нижний, средний и верхний носовые ходы.

Воздух из носовых ходов поступает через хоаны в носовую, а затем в ротовую часть глотки и в гортань.

Гортань выполняет две функции — дыхательную и образование голоса. Сложность ее строения связана с образованием голоса. Гортань расположена на уровне IV—VI шейных позвонков и соединяется связками с подъязычной костью. Образована гортань хрящами. Снаружи (у мужчин это особенно заметно) выступает «кадык», «адамово яблоко» — щитовидный хрящ. В основании гортани находится перстневидный хрящ, который соединяется суставами с щитовидным и двумя черпаловидными хрящами. От черпаловидных хрящей отходит хрящевой голосовой отросток. Вход в гортань прикрыт эластичным хрящевым надгортанником, прикрепленным к щитовидному хрящу и подъязычной кости связками.

Между черпаловидными и внутренней поверхностью щитовидного хряща находятся голосовые связки, состоящие из эластических волокон соединительной ткани. Звук возникает в результате колебания голосовых связок. Гортань принимает участие только в образовании звука. В членораздельной речи принимают участие губы, язык, мягкое небо, околоносовые пазухи. Гортань изменяется с возрастом. Ее рост и функция связаны с развитием половых желез. Размеры гортани у мальчиков в период полового созревания увеличиваются. Голос меняется (мутирует).

Из гортани воздух поступает в трахею.

Трахея — трубка, длиной 10—11 см, состоящая из 16—20 хрящевых, не замкнутых сзади колец. Кольца соединены связками. Задняя стенка трахеи образована плотной волокнистой соединительной тканью. Пищевой комок, проходящий по пищеводу, прилежащему к задней стенке трахеи, не испытывает сопротивления с ее стороны.

Трахея делится на два упругих главных *бронха*. Правый бронх короче и шире левого. Главные бронхи ветвятся на более

мелкие бронхи — бронхиолы. Бронхи и бронхиолы выстланы реснитчатым эпителием. В бронхиолах есть секреторные клетки, которые продуцируют ферменты, расщепляющие сурфактант — секрет, способствующий поддержанию поверхностного натяжения альвеол, препятствующий их спадению при выдохе. Он также обладает бактерицидным действием.

Легкие, парные органы, расположенные в грудной полости. Правое легкое состоит из трех долей, левое из двух. Доли легкого в определенной степени — анатомически изолированные участки с вентилирующим их бронхом и собственными сосудами и нервами.

Функциональной единицей легкого является *ацинус* — система разветвлений одной концевой бронхиолы. Эта бронхиола делится на 14—16 дыхательных бронхиол, образующих до 1500 альвеолярных ходов, несущих на себе до 20 000 альвеол. Легочная долька состоит из 16—18 ацинусов. Из долек слагаются сегменты, из сегментов — доли, из долей — легкое.

Снаружи легкое покрыто внутренним листком плевры. Ее наружный листок (пристеночная плевро) выстилает грудную полость и образует мешок, в котором находится легкое. Между наружным и внутренним листками находится плевральная полость, заполненная небольшим количеством жидкости, облегчающей движения легких при дыхании. Давление в плевральной полости меньше атмосферного и составляет около 751 мм рт. ст.

При вдохе грудная полость расширяется, диафрагма опускается, легкие растягиваются. При выдохе объем грудной полости уменьшается, диафрагма расслабляется и поднимается. В дыхательных движениях участвуют наружные межреберные мышцы, мышцы диафрагмы, внутренние межреберные мышцы. При усиленном дыхании участвуют все мышцы груди, поднимающие ребра и грудину, мышцы брюшной стенки.

Дыхательный объем — количество воздуха, вдыхаемое и выдыхаемое человеком в спокойном состоянии. Он равен 500 см^3 .

Дополнительный объем — количество воздуха, которое человек может вдохнуть после спокойного вдоха. Это еще 1500 см^3 .

Резервный объем — количество воздуха, которое человек может выдохнуть после спокойного выдоха. Он равен 1500 см^3 . Все три величины составляют жизненную емкость легких.

Остаточный воздух — количество воздуха, которое остается в легких после самого глубокого выдоха. Он равен 1000 см^3 .

Дыхательные движения контролируются дыхательным центром продолговатого мозга. Центр имеет отделы вдоха и выдоха. От центра вдоха импульсы поступают к дыхательным мышцам. Происходит вдох. От дыхательных мышц импульсы поступают в дыхательный центр по блуждающему нерву и тормозят центр вдоха. Происходит выдох. На деятельность дыхательного центра влияют уровень артериального давления, температурные, болевые и другие раздражители. Гуморальная регуляция происходит при изменении концентрации углекислого газа в крови. Ее увеличение возбуждает дыхательный центр и вызывает учащение и углубление дыхания. Возможность произвольно задержать дыхание на некоторое время объясняется контролирующим влиянием на процесс дыхания коры головного мозга.

Газообмен в легких и тканях происходит путем диффузии газов из одной среды в другую. Парциальное давление кислорода в атмосферном воздухе выше, чем в альвеолярном, и он диффундирует в альвеолы. Из альвеол по тем же причинам кислород проникает в венозную кровь, насыщая ее, а из крови — в ткани.

Парциальное давление углекислого газа в тканях выше, чем в крови, а в альвеолярном воздухе выше, чем в атмосферном (таблица 15). Поэтому он диффундирует из тканей в кровь, затем в альвеолы и в атмосферу.

Таблица 15

Давление O_2 в альвеолах	Давление O_2 в венозной крови	Давление O_2 в артериальной крови	Давление O_2 в клетках	Давление CO_2 в тканях	Давление CO_2 в венозной крови
100 мм рт. ст.	40 мм рт.ст.	100—110 мм рт. ст.	около 0 мм рт. ст.	60 мм рт. ст.	40 мм рт. ст.

Кислород транспортируется к тканям в составе оксигемоглобина. От тканей к легким небольшая часть углекислого газа переносится карбгемоглобином. Большая же часть образует с водой уголекислоту, которая в свою очередь образует бикарбонаты калия и натрия. В их составе уголекислый газ переносится к легким.

Вопросы и задания

1. Какая ткань обеспечивает жесткость дыхательных путей?

- а) костная;
- б) хрящевая и волокнистая;
- в) железистый эпителий;
- г) мерцательный эпителий.

2. Выберите правильные утверждения:

а) в плевральной полости отрицательное давление (ниже атмосферного);

б) при вдохе объем грудной полости увеличивается, диафрагма опускается;

в) при выдохе объем легочных пузырьков увеличивается;

г) в усиленном выдохе участвуют брюшные мышцы;

д) после выдоха в легких еще остается резервный объем воздуха;

е) основным гуморальным фактором, регулирующим дыхание, является гемоглобин;

ж) при недостатке кислорода дыхание учащается;

з) центры вдоха и выдоха в продолговатом мозге разделены;

и) звук возникает только на выдохе.

3. Почему важно увлажнение поступающего в легкие воздуха?

4. Почему легочные пузырьки при выдохе не спадаются?

5. Какова роль плевральной жидкости?

6. Какие особенности капилляров обеспечивают эффективность газообмена?

7. Что называют парциальным давлением?

4.7. Строение и функции пищеварительной системы

Пищеварительная система — это система органов, в которых осуществляется механическая и химическая обработка пищи, всасывание переработанных веществ и выведение непереваренных и неусвоенных составных частей пищи. Она подразделяется на пищеварительный тракт и пищеварительные железы.

Пищеварение включает в себя такие процессы, как расщепление органических соединений, всасывание продуктов расщепления в кровь и лимфу, усвоение продуктов пищеварения клетками организма.

Пищеварительный тракт состоит из следующих отделов: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий кишечник, толстый кишечник, заканчивающийся прямой кишкой и анальным отверстием. К пищеварительным железам относятся печень и часть поджелудочной железы, секретирующей пищеварительные ферменты.

В ротовой полости находятся зубы, язык, выходные отверстия протоков трех пар крупных и нескольких мелких слюнных желез.

Зубы закреплены в альвеолах челюстей и состоят из зубной коронки, шейки и одного или нескольких корней. Зубная полость заполнена пульпой — соединительной тканью, пронизанной кровеносными сосудами и нервами.

Основу зуба составляет дентин — разновидность костной ткани. Коронка зуба покрыта эмалью, а в области корней — цементом.

Всего у взрослого человека 32 зуба — 8 резцов, 4 клыка, 8 малых коренных и 12 больших коренных зубов. У детей к 7—9 годам молочные зубы меняются на постоянные.

Язык — мышечный орган, обеспечивающий распознавание вкуса и температуры пищи, участвующий в ее смачивании, перемешивании и проталкивании в глотку. Язык также является органом речи.

Слюна — секрет слюнных желез. Крупные слюнные железы — подъязычные, околоушные, подчелюстные. Секреция слюны происходит рефлекторно и координируется центрами продолговатого мозга.

Основные ферменты слюны — амилаза и мальтаза. Амилаза расщепляет крахмал до мальтозы, а мальтаза расщепляет мальтозу до глюкозы. Слюна также содержит бактерицидное вещество лизоцим и муцин — вещество, скрепляющее пищевой комок.

Глотка делится на носоглотку, ротоглотку и гортанную часть. Глотка сообщается с полостью рта и гортанью. При глотании, являющемся рефлексорным актом, подъязычная кость и гортань поднимаются. Надгортанник закрывает вход в гортань, и пищевой комок попадает в глотку, а затем проталкивается в пищевод. *Пищевод*, верхняя треть которого образована поперечно-полосатой мышечной тканью, проходит через отверстие диафрагмы в брюшную полость и переходит в желудок. Пища передвигается по пищеводу благодаря его перистальтике — сокращениям мышц стенки.

Желудок — расширенная часть пищеварительной трубки, в которой накапливается и переваривается пища. В желудке начинают перевариваться белки и жиры. Слизистая оболочка желудка включает несколько видов клеток.

Железистые клетки желудка выделяют 2—2,5 л желудочного сока в сутки. Его состав зависит от характера пищи. Обкладочные клетки выделяют соляную кислоту, необходимую для активации пищеварительных ферментов желудка. Главные клетки образуют пищеварительные ферменты. Добавочные клетки выделяют слизистый секрет.

Желудочный сок имеет кислую реакцию. Соляная кислота активизирует фермент желудочного сока — пепсин, вызывает набухание и переваривание белков и способствует последующему их расщеплению до аминокислот. Слизь защищает оболочку желудка от механических и химических раздражений. Кроме пепсина, желудочный сок содержит ферменты — желатиназу, гидролизующую желатин, липазу, расщепляющую эмульгированные жиры молока на глицерин и жирные кислоты, химозин, створаживающий молоко.

Изучением механизмов пищеварения занимался И. П. Павлов. Он разработал метод наложения фистулы (отверстия) на желудок собаки в сочетании с перерезкой пищевода. Пища не попадала в желудок, но тем не менее вызывала рефлексорное отделение желудочного сока, которое происходит под влия-

нием вкуса, запаха, вида пищи. Рецепторы ротовой полости и желудка возбуждаются действием химических веществ пищи. Импульсы поступают в центр пищеварения в продолговатом мозге, а затем от него к железам желудка, вызывая отделение желудочного сока.

Регуляция сокоотделения происходит также гуморальным путем.

В физиологии пищеварения выделяют такие понятия, как голод и аппетит. Голод — это рефлекторное чувство, вызванное потоками нервных импульсов, идущих от пустого желудка к ЦНС. Аппетит — это избирательное отношение к качеству пищи.

Пищевой комок из желудка переходит в двенадцатиперстную кишку через пилорический отдел, снабженный сфинктером (мышечным кольцом).

Основными пищеварительными железами являются печень и поджелудочная железа.

Печень расположена в правой части брюшной полости, под диафрагмой. Состоит из долек, которые образованы печеночными клетками. Печень обильно снабжается кровью и желчными капиллярами. Желчь поступает из печени по желчному протоку в двенадцатиперстную кишку. Туда же открывается проток поджелудочной железы. Желчь отделяется постоянно и имеет щелочную реакцию. Состоит желчь из воды, желчных кислот и желчных пигментов. Пищеварительных ферментов в желчи нет, но она активизирует действие пищеварительных ферментов, эмульгирует жиры, создает щелочную среду в тонкой кишке, усиливает сокоотделение поджелудочной железы. Печень выполняет также барьерную функцию, обезвреживая токсины, аммиак и другие продукты, образовавшиеся в процессе обмена веществ.

Поджелудочная железа расположена на задней брюшной стенке, несколько сзади желудка, в петле двенадцатиперстной кишки. Это железа смешанной секреции, выделяющая в своей экзокринной части панкреатический сок, а в эндокринной — гормоны глюкагон и инсулин.

Сок поджелудочной железы (2—2,5 л в сутки) имеет щелочную реакцию и содержит следующие ферменты:

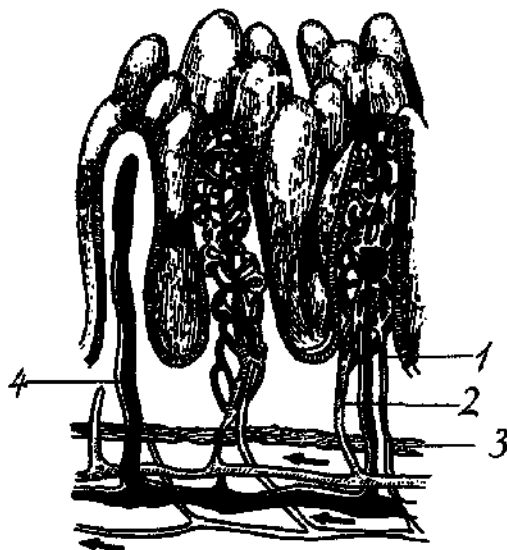


Рис. 41. Строение кишечной ворсинки:

1 — артерия; 2 — вена; 3 — гладкие мышцы; 4 — центральный лимфатический сосуд (стрелками показано направление тока крови)

- трипсиноген, превращающийся в трипсин, который в свою очередь расщепляет белки до аминокислот;
- амилазу, мальтазу и лактазу, расщепляющие углеводы;
- липазу, расщепляющую жиры на глицерин и жирные кислоты в присутствии желчи;
- нуклеазы, расщепляющие нуклеиновые кислоты до нуклеотидов.

Пищеварение в тонкой кишке. Всасывание. Тонкая кишка состоит из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок. Ее общая длина составляет примерно 5—6 м. Слизистая оболочка тонкой кишки выделяет кишечный сок, ферменты которого обеспечивают окончательное расщепление питательных веществ.

Пищеварение происходит как в полости кишки (полостное), так и на клеточных мембранах (пристеночное), образующих огромное количество ворсинок, выстилающих *тонкий кишечник*. На мембранах ворсинок действуют пищеварительные ферменты. В центре каждой ворсинки проходит лимфатиче-

ский капилляр и кровеносные капилляры. В лимфу поступают продукты переработки жиров, а в кровь — аминокислоты и простые углеводы. Перистальтика тонкого кишечника обеспечивает продвижение пищи к толстой кишке. Очень важна эндокринная функция тонкой кишки. Кишечные клетки вырабатывают секретин, серотонин, гастрин и другие биологически активные вещества.

Толстый кишечник образован слепой, ободочной и прямой кишками. Его длина 1,5—2 м. Слепая кишка имеет отросток — аппендикс. Железы толстой кишки вырабатывают сок, не содержащий ферментов, но содержащий слизь, необходимую для формирования кала. Бактерии толстого кишечника выполняют ряд функций — брожение клетчатки, синтез витаминов К и В, гниение белков. В толстом кишечнике всасываются вода, продукты гидролиза клетчатки. Продукты распада белков обезвреживаются в печени. Пищевые остатки скапливаются в прямой кишке и удаляются через анальное отверстие.

Регуляция пищеварения. Центр пищеварения находится в продолговатом мозге. Центр дефекации расположен в пояснично-крестцовом отделе спинного мозга. Симпатический отдел нервной системы ослабляет, а парасимпатический усиливает перистальтику и сокоотделение. Гуморальная регуляция осуществляется как собственными гормонами желудочно-кишечного тракта (гастрин, секретин), так и гормонами эндокринной системы (адреналин).

Есть надо свежую, доброкачественную пищу. Полноценное питание предусматривает соответствие энергетических затрат их восполнению.

Средняя суточная потребность в белках примерно составляет 100—150 г, в углеводах 400—500 г и в жирах около 80 г.

Вопросы и задания

1. В пищеварительном тракте питательные вещества:
 - а) усложняются по своему химическому строению;
 - б) переводятся в растворимое состояние;

- в) не изменяются по своему химическому строению;
- г) только механически обрабатываются.

2. Из аминокислот состоят:

- а) жиры;
- б) углеводы;
- в) белки;
- г) нуклеиновые кислоты.

3. Строительная функция питательных веществ заключается в следующем:

- а) из органических молекул, поступивших в организм, в пищеварительной системе синтезируются новые вещества;
- б) молекулы поступивших веществ распадаются на более мелкие молекулы, из которых в клетках синтезируются новые вещества;
- в) молекулы поступивших в организм веществ накапливаются в клетках организма.

4. Продуктами распада жиров являются:

- а) глюкоза;
- б) глицерин и жирные кислоты;
- в) нуклеотиды;
- г) аминокислоты.

5. Синтезируется в клетках печени:

- а) серотонин;
- б) глюкагон;
- в) гликоген;
- г) инсулин.

6. Проток поджелудочной железы впадает в:

- а) желудок;
- б) желчный пузырь;
- в) двенадцатиперстную кишку;
- г) толстый кишечник;
- д) печень.

7. При пониженной кислотности в желудке может быть нарушение расщепление:

- а) белков;
- б) жиров;
- в) углеводов;
- г) нуклеиновых кислот.

8. Окончательное переваривание и всасывание питательных веществ в кровь происходит:

- а) в толстом кишечнике;
- б) в тонком кишечнике;
- в) в прямой кишке;
- г) в желудке.

9. Какова роль пристеночного пищеварения?

10. Какую роль в пищеварении играют бактерии толстого кишечника?

4.8. Обмен веществ в организме

Совокупность ферментативных химических реакций в организме называется *обменом веществ (метаболизмом)*.

Обмен белков — совокупность процессов преобразования и использования аминокислот и белков в организме человека. Белки состоят из незаменимых и заменимых аминокислот. Заменимые аминокислоты могут синтезироваться в организме из других аминокислот. Незаменимые аминокислоты должны содержаться в пище. При расщеплении 1 г белка до конечных продуктов выделяется 17,6 кДж энергии. Организму нужны не белки пищи сами по себе, а содержащиеся в них аминокислоты. При переваривании пищи съеденные белки распадаются на аминокислоты, которые всасываются в кровь и из крови поступают в каждую клетку организма. Здесь они частично идут на строительство собственных белков, а частично сжигаются для получения АТФ. Уровень содержания аминокислот в крови регулирует печень. В печени происходит дезаминация излишка аминокислот. Из образовавшегося аммиака синтезируется мочевины, которая затем выводится почками и кожей. Дезаминированные остатки используются как энергетический материал и преобразуются в глюкозу, избыток которой превращается в гликоген.

В клетках белки распадаются до диоксида углерода, воды, мочевины, мочевой кислоты и др. Они выводятся из организма.

Белковый обмен регулируется гормонами эндокринной системы. Щитовидная железа секретирует гормон тироксин,

гипофиз — соматотропный гормон, надпочечники выделяют гидрокортизон и кортикостерон.

Обмен углеводов — совокупность процессов преобразования и использования углеводов.

Углеводы являются основным источником энергии в организме. При расщеплении 1 г глюкозы высвобождается 17,6 кДж энергии. Часть глюкозы попадает в печень, где превращается в гликоген. Другая часть превращается в жиры. Основная часть глюкозы окисляется до диоксида углерода и воды. Гликоген является основным поставщиком энергии для мышечного сокращения. Уровень глюкозы в крови регулируется гормонами. Адреналин, глюкагон и адренокортикотропный гормон активизируют процессы расщепления глюкозы. Инсулин тормозит распад гликогена и способствует повышению его содержания в печени.

1 г углеводов содержит значительно меньше энергии, чем 1 г жиров, но зато углеводы можно окислить быстро и даже получить АТФ без окисления за счет гликолиза.

Обмен жиров — совокупность процессов преобразования и использования липидов.

Жиры содержат незаменимые жирные кислоты (например, олеиновую). При распаде 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии. Частично жирные кислоты всасываются в кровь, а частично используются для синтеза нейтрального жира в гладкой эндоплазматической сети клеток кишечного эпителия. С током лимфы липиды попадают в кровоток, а затем в клетки. Липиды являются структурными элементами клеточных мембран, входят в состав медиаторов, гормонов, образуют подкожные жировые отложения и сальники. Липиды могут откладываться на тканях некоторых органов и на стенках кровеносных сосудов. Окончательными продуктами окисления жиров являются диоксид углерода и вода. В гуморальной регуляции уровня жиров участвуют железы внутренней секреции и их гормоны.

Водно-солевой обмен. В клетках организма человека около 72% воды, 28% из них входит в состав крови, лимфы, внеклеточной жидкости. Вода выполняет транспортную, выделительную, теплорегуляционную функции. Она является средой

для протекания химических реакций и определяет физические свойства клетки. Потребность в воде взрослого человека — 2—3 л в сутки. Нормальный водный обмен предполагает равновесие между количеством поглощенной и выделенной воды.

Вода поступает в организм с пищей, с жидкостями (вода, соки и т.д.). В клетках образуется метаболическая вода как продукт окисления органических соединений.

Вода выводится из организма с потом, мочой, в виде водяного пара, через кишечник.

Потребность в воде (жажда) вызывает возбуждение питьевого центра в гипоталамусе. Удовлетворение жажды тормозит этот центр.

Солевой обмен — необходимая составная часть общего обмена веществ. Ежедневно организм нуждается в солях кальция, натрия, калия, хлора, фосфора, железа и других элементов. Соли участвуют в поддержании рН внутренней среды организма, процессах возбудимости нервной и мышечной тканей.

Витамины, их роль в организме. Для нормального протекания биохимических процессов нужны небольшие количества веществ, которые, вообще говоря, нельзя считать ни белками, ни жирами, ни углеводами. Одни из таких веществ могут синтезироваться в человеческом организме из белков, жиров и углеводов, а другие — нет. В последнем случае такие вещества должны содержаться в пище в готовом виде. Такие необходимые для организма вещества, которые организм не может синтезировать самостоятельно, называются витаминами.

Принадлежность того или иного вещества к витаминам определяется не работой, выполняемой им в организме, а неспособностью организма его синтезировать. Так, для человека аскорбиновая кислота является витамином, а для кошки — нет, хотя функция этого вещества и в организме человека, и в организме кошки одна и та же. Дело в том, что предки человека питались плодами, содержащими аскорбиновую кисло-

ту, и потому постепенно потеряли способность синтезировать.

Витамины делятся на жирорастворимые (А, D, Е, К) и водорастворимые (В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, С).

При недостатке витаминов или при подавлении их действия, например антибиотиками, развиваются гиповитаминозы (недостаток) и авитаминозы (отсутствие).

Основные витамины:

А (ретинол) влияет на рост, развитие, зрение, поступает в организм с животными жирами, мясными продуктами, яйцами. При гиповитаминозе наступает куриная слепота.

D (кальциферол) регулирует обмен кальция и фосфора. При гиповитаминозе развивается рахит.

Е (токоферол). При гиповитаминозе ослабляется половая функция, развивается дистрофия скелетных мышц.

К (викасол). При гиповитаминозе снижается свертываемость крови.

В₁ (тиамин) участвует в обмене белков, жиров и углеводов, в проведении нервного импульса. Гиповитаминоз связан с понижением двигательной активности.

В₂ (рибофлавин) участвует в клеточном дыхании. Гиповитаминоз вызывает помутнение хрусталика, поражение слизистой оболочки рта.

В₆ (пиридоксин) участвует в обмене веществ. При гиповитаминозе возникают заболевания кожи, судороги, анемия.

В₁₂ (цианкобаламин) участвует в белковом обмене. При гиповитаминозе возникает анемия.

РР (никотиновая кислота) участвует в клеточном дыхании, работе пищеварительной системы. При гиповитаминозе развивается пеллагра (понос, судороги, анемия).

С (аскорбиновая кислота) участвует в окислительно-восстановительных процессах, повышает устойчивость к инфекциям. При гиповитаминозе развивается болезнь десен — цинга, поражаются стенки кровеносных сосудов.

Задание

Распределите перечисленные процессы по их принадлежности:

1) к энергетическому обмену;

2) к пластическому обмену:

а) образование аминокислот в пищеварительном тракте;

б) образование глюкозы из воды и углекислого газа;

в) синтез белков на рибосомах;

г) синтез жиров;

д) гидролиз белков;

е) образование гликогена;

ж) образование глюкозы из гликогена печени;

з) синтез ферментов.

4.9. Строение и функции выделительной системы

Выделение — процесс, обеспечивающий выведение из организма продуктов обмена веществ, которые не могут быть использованы организмом. Система органов выделения представлена почками, мочеточниками и мочевым пузырем.

Функцию выделения выполняют и другие органы — кожа, легкие, желудочно-кишечный тракт, через которые выводятся пот, газы, соли тяжелых металлов и т.д.

Основным органом выделения являются *почки*. Это парные органы бобовидной формы. Они расположены в брюшной полости на уровне XII грудного и I—II поясничных позвонков. Вес почки около 150 г. Вогнутый внутренний край образует ворота почки, через которые входят почечная артерия и почечная вена, нервы, лимфатические сосуды и мочеточник. К верхнему полюсу почки прилегают надпочечники. Почка покрыта соединительно-тканной и жировой оболочками.

В почке различают наружный — *корковый* и внутренний — *мозговой* слой.

Структурной единицей почки является нефрон. Он состоит из почечного тельца, включающего капсулу Боумена — Шумлянського с капиллярным клубочком, и извитых канальцев. В корковом слое расположены капсулы с клубочками. В мозговом (пирамидальном) слое находятся почечные канальцы, образующие пирамиды. Между пирамидами — слой коркового вещества почки.

От капсулы отходит извитой каналец первого порядка, который в мозговом слое образует петлю и затем снова поднимается в корковый слой, где переходит в извитой каналец второго порядка. Этот каналец впадает в собирательную трубочку нефрона. Все собирательные трубочки формируют выводные протоки, открывающиеся на верхушках пирамид в мозговом веществе почки.

Почечная артерия распадается на артериолы, затем на капилляры, образуя мальпигиев клубочек почечной капсулы. Капилляры собираются в выносящую артериолу, которая снова распадается на сеть капилляров, оплетающих извитые каналцы. Потом капилляры образуют вены, по которым кровь поступает в почечную вену.

Образование мочи, или диурез, проходит в два этапа — фильтрации и реабсорбции (обратного всасывания). На первом этапе плазма крови фильтруется через капилляры мальпигиева клубочка в полость капсулы нефрона. Так образуется первичная моча, отличающаяся от плазмы крови отсутствием белков. За сутки образуется около 150 л первичной мочи, содержащей мочевины, мочевую кислоту, аминокислоты, глюкозу, витамины. В извитых каналцах происходит реабсорбция первичной мочи и образование, около 1,5 л в сутки, вторичной мочи. Реабсорбируются вода, аминокислоты, углеводы, витамины, некоторые соли. Во вторичной моче увеличивается в несколько десятков раз по сравнению с первичной мочой содержание мочевины (в 65 раз) и мочевой кислоты (в 12 раз). Увеличивается в 7 раз концентрация ионов калия. Количество натрия практически не изменяется. Конечная моча поступает из каналцев в почечную лоханку. По мочеточникам моча стекает в мочевой пузырь. При наполнении мочевого пузыря его стенки растягиваются, сфинктер расслабляется и происходит рефлекторное мочеиспускание через мочеиспускательный канал.

Деятельность почек регулируется нейрогуморальным механизмом. В кровеносных сосудах находятся осмо- и хеморецепторы, передающие информацию о давлении крови и со-

ставе жидкости в гипоталамус по проводящим путям вегетативной нервной системы.

Гуморальная регуляция деятельности почек осуществляется гормоном гипофиза — вазопрессином, гормоном коры надпочечников — альдостероном, гормоном паращитовидных желез — паратгормоном.

Вазопрессин уменьшает диурез, усиливая реабсорбцию воды в почечных канальцах, что предохраняет организм от обезвоживания. Альдостерон увеличивает реабсорбцию ионов натрия и усиливает секрецию ионов калия в канальцах. Паратгормон стимулирует реабсорбцию калия.

Признаком заболевания почек является присутствие в моче белка, сахара, повышение количества лейкоцитов или эритроцитов крови.

Вопросы и задания

1. Структурной единицей почки является:

- а) капсула;
- б) петля Генле;
- в) нефрон;
- г) пирамиды.

2. Одинаковые продукты распада удаляются через:

- а) кожу и легкие;
- б) легкие и почки;
- в) почки и кожу.

3. Функция (мальпигиевого) клубочка:

- а) фильтрация плазмы крови;
- б) фильтрация первичной мочи;
- в) реабсорбция воды;
- г) фильтрация вторичной мочи.

4. Нефрон состоит:

- а) из мальпигиевого клубочка и капсулы Боумена — Шумлянского;
- б) из канальцев первого порядка;
- в) из канальцев второго порядка;

г) из капсулы Боумена — Шумлянського с клубочком и почечно-го канальца.

5. Какие вещества удаляются через выделительную систему?

6. Назовите органы выделительной системы.

7. Чем опасно нарушение функций выделения?

8. Где находятся рецепторы, воспринимающие давление мочи?

9. Сколько капиллярных систем имеется в почках и где они находятся?

10. Расскажите о роли гормонов в регуляции функций выделительной системы.

4.10. Нервная система.

Общий план строения и функции

Нервная система выполняет контролирующие, координирующие и регуляторные функции, обеспечивая согласованную работу всех систем органов, связь организма с внешней средой, поддержание постоянства состава его внутренней среды. Функциональное состояние организма оказывает влияние на состояние нервной системы.

Нервная система условно делится на центральную и периферическую. Центральная нервная система образована головным и спинным мозгом. Периферическая нервная система состоит из черепно-мозговых и спинно-мозговых нервов с их корешками, ветвями и нервными окончаниями, а также нервными узлами, или ганглиями.

Часть периферической нервной системы, иннервирующую скелетную мускулатуру и обеспечивающую связь организма с внешней средой, называют *соматической* нервной системой. Другую часть периферической нервной системы, отвечающую за иннервацию внутренних органов, гладкой мускулатуры, сосудов, регуляцию обменных процессов, называют *вегетативной*, или *автономной*, нервной системой. Вегетативная нервная система, в свою очередь, делится на *парасимпатическую* и *симпатическую*.

Структурно-функциональной единицей нервной системы является нервная клетка — нейрон. Нейроны состоят из тела и отростков. Длинный единичный отросток, по которому нервный импульс передается от тела нейрона, называют *аксоном*. Короткие отростки, по которым импульс проводится к телу нейрона, называют *дендритами*. Их может быть один или несколько.

Нейроны связаны между собой синапсами, осуществляющими передачу нервного импульса с одного нейрона на другой. Синапсы могут возникать между аксоном одного нейрона и телом другого, между аксонами и дендритами соседних нейронов, между одноименными отростками нейронов.

Импульсы в синапсах передаются с помощью нейромедиаторов — биологически активных веществ — норадреналина, ацетилхолина, серотонина и др. Реагируя со специфическими молекулами рецепторных белков, молекулы медиаторов меняют проницаемость клеточной мембраны для ионов Ca^{2+} , K^{+} и Cl^{-} . Это приводит к деполяризации клеточной мембраны и возникновению потенциала действия.

Клетка возбуждается. Распространение возбуждения связано с таким свойством нервной ткани, как проводимость.

Кроме химических синапсов существуют электротонические синапсы, в которых передача импульсов происходит биоэлектрическим путем.

Помимо синапсов, передающих сигналы, существуют тормозные синапсы, срабатывание которых блокирует проведение сигнала по нервной клетке, к которой подходит такой синапс.

Кроме нейронов в нервной ткани имеются клетки нейроглии (глиоциты), выполняющие защитную, трофическую и секреторную функции.

В зависимости от функции выделяют следующие типы нейронов:

- чувствительные, или рецепторные, тела которых лежат вне ЦНС. Они передают импульс от рецепторов в ЦНС;
- вставочные, осуществляющие передачу возбуждения с чувствительного на исполнительный нейрон. Эти нейроны лежат в пределах ЦНС;
- исполнительные, или двигательные, тела которых находятся в ЦНС или в симпатических и парасимпатических

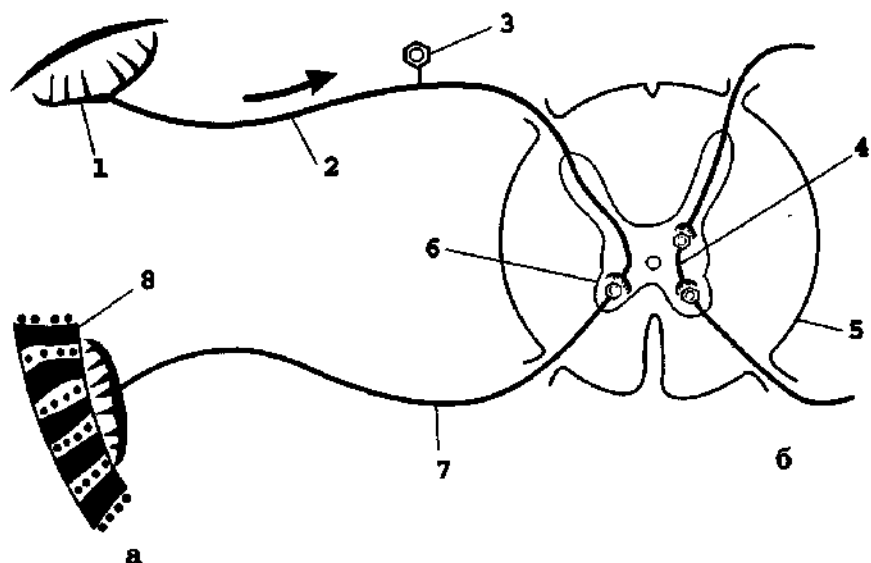


Рис. 42. Рефлекторная дуга (а — двухнейронная, б — трехнейронная):

- 1 — рецептор; 2 — чувствительный (центросремительный) нерв;
 3 — чувствительный нейрон в спинно-мозговом ганглии;
 4 — вставочный нейрон; 5 — спинной мозг; 6 — двигательный
 нейрон в передних рогах спинного мозга; 7 — двигательный
 (центробежный) нерв; 8 — рабочий орган

узлах. Они обеспечивают передачу импульсов от ЦНС к рабочим органам.

Нервная регуляция осуществляется рефлекторно. Рефлекс — это ответная реакция организма на раздражение, происходящая при участии нервной системы. Нервный импульс, возникший при раздражении, проходит определенный путь, называемый рефлекторной дугой. Простейшую рефлекторную дугу образуют два нейрона — чувствительный и двигательный. Большинство рефлекторных дуг состоит из нескольких нейронов.

Рефлекторная дуга чаще всего состоит из следующих звеньев:

- рецептор;
- чувствительный нейрон, передающий импульс в ЦНС;

- вставочный нейрон, лежащий в ЦНС (головном или спинном мозге);
- исполнительный (двигательный) нейрон, передающий импульс к исполнительному органу;
- рабочий орган.

Соматические рефлекторные дуги осуществляют двигательные рефлексы. Вегетативные рефлекторные дуги координируют работу внутренних органов.

Рефлекторная реакция заключается не только в возбуждении, но и в торможении, т.е. в задержке или ослаблении, возникшего возбуждения. Взаимосвязь возбуждения и торможения обеспечивает согласованную работу организма.

Вопросы и задания

1. Расскажите о функциях каждого из отделов нервной системы.
2. Какие электрохимические процессы происходят в синапсах?
3. Что называется рефлекторной дугой и какие рефлекторные дуги бывают?
4. Центральная нервная система образована:
 - а) головным и спинным мозгом;
 - б) головным мозгом и черепно-мозговыми нервами;
 - в) спинным мозгом и спинно-мозговыми нервами;
 - г) нервами, нервными сплетениями и узлами.
5. Основными свойствами нервной ткани являются:
 - а) сократимость и проводимость;
 - б) возбудимость и сократимость;
 - в) возбудимость и проводимость.
6. Импульсы от органа в мозг проводят:
 - а) чувствительные нейроны;
 - б) двигательные нейроны;
 - в) вставочные нейроны;
 - г) все указанные нейроны.
7. Нервные узлы образованы:
 - а) аксонами;
 - б) телами нейронов;
 - в) нервами;
 - г) дендритами.

4.11. Строение и функции спинного мозга

Спинной мозг взрослого человека — это длинный тяж почти цилиндрической формы. Он расположен в позвоночном канале от I шейного до II поясничного позвонков и покрыт тремя соединительно-тканными мозговыми оболочками.

Спинной мозг разделен на две симметричные половины, передней и задней, продольными бороздами. В центре спинного мозга проходит спинно-мозговой канал, заполненный спинно-мозговой жидкостью. Вокруг него сосредоточено серое вещество. Наружный слой спинного мозга образован белым веществом, состоящим из отростков нейронов, образующих проводящие пути.

В сером веществе различают передние и задние столбы и промежуточную часть, соединяющую их. На поперечном разрезе столбы представлены передними, задними и боковыми рогами. В задних рогах находятся ядра чувствительных нейронов, в передних — нейроны, образующие двигательные центры, в боковых рогах залегают нейроны, образующие центры симпатической части вегетативной нервной системы. От спинного мозга отходит 31 пара смешанных нервов, каждый из которых начинается двумя корешками: передним (двигательным) и задним (чувствительным). В составе передних корешков находятся также вегетативные нервные волокна. На задних корешках расположены нервные узлы — скопления чувствительных нейронов. Соединяясь, корешки образуют смешанные нервы. Каждая пара спинно-мозговых нервов иннервирует определенный участок тела.

Функции спинного мозга:

- рефлекторная — осуществление двигательных и вегетативных рефлексов;
- проводниковая — осуществляется восходящими и нисходящими проводящими путями.

Вопросы и задания

1. Нервные импульсы от рецепторов желудка поступают:

- а) в передние корешки спинного мозга;
- б) в задние корешки спинного мозга;
- в) в центральный канал спинного мозга;
- г) не поступают в спинной мозг.

2. Спинно-мозговые узлы (ганглии) находятся:

- а) на задних корешках спинного мозга;
- б) на передних корешках;
- в) в нервных окончаниях;
- г) в центральной части спинного мозга.

3. К спинно-мозговым вегетативным рефлексам млекопитающих животных относят:

- а) мочеиспускание;
- б) охрана потомства;
- в) строительство нор;
- г) дыхательный;
- д) половой.

4. Сколько пар спинно-мозговых нервов у человека?

- а) 12;
- б) 22;
- в) 31;
- г) 44.

5. Каким из рефлексов управляет крестцовый отдел спинного мозга?

- а) Коленным;
- б) отдергиванием руки при ожоге;
- в) дыхательным;
- г) регуляцией углеводного обмена.

4.12. Строение и функции головного мозга

Головной мозг расположен в мозговой части черепа. Масса головного мозга взрослого человека составляет около 1400—1500 г. У новорожденного в среднем около 380 г. Рост мозга заканчивается к 23—25 годам.

Головной мозг состоит из пяти отделов: переднего, промежуточного, среднего, заднего (мост и мозжечок) и продолговатого.

Филогенетически самую древнюю часть головного мозга составляют: продолговатый мозг, мост, средний мозг и промежуточный мозг. Отсюда выходят 12 пар черепно-мозговых нервов. Эта часть образует ствол мозга. Эволюционно более поздними стали большие полушария головного мозга.

Продолговатый мозг является продолжением спинного мозга. Выполняет рефлекторную и проводниковую функции. Снаружи покрыт белым веществом, формирующим проводящие пути мозга. Центральная часть образована серым веществом, представленным отдельными скоплениями нейронов. Эти скопления образуют ядра парасимпатической нервной системы. В продолговатом мозге находятся следующие центры:

- дыхательный;
- сердечной деятельности;
- сосудодвигательный;
- безусловных пищевых рефлексов;
- защитных рефлексов (кашля, чихания, мигания, слезотделения);
- центры изменения тонуса некоторых групп мышц и положения тела.

Задний мозг состоит из варолиева моста и мозжечка. Проводящие пути моста связывают продолговатый мозг с большими полушариями.

Мост появляется только у млекопитающих. В задней части моста находится ретикулярная формация, ядра V—VIII пар черепно-мозговых нервов. От моста отходят мозжечковые ножки. В мосте находятся ядра и проводящие пути слухового анализатора.

Мозжечок играет основную роль в поддержании равновесия тела и координации движений. Все позвоночные животные обладают мозжечком, но уровень его развития зависит от среды обитания и характера совершаемых движений. В мозжечке различают два полушария и срединную часть — червь. Мозжечок покрыт корой из серого вещества. Между серым веществом находятся полоски белого вещества. Наиболее активно мозжечок развивается между 5—11-м месяцами жизни человека. Рост мозжечка заканчивается к 6—7 годам и достигает 125—150 г.

Средний мозг в процессе эволюции изменился меньше других отделов. Его развитие связано со зрительным и слуховым анализаторами. К среднему мозгу относятся две ножки мозга и крыша (пластинки четверохолмия). Через ножки проходят восходящие и нисходящие нервные пути. Восходящие

пути идут к таламусу, нисходящие — в продолговатый и спинной мозг. В четверохолмьи расположены подкорковые центры движений, возникающих под влиянием зрительных (верхние холмики) и слуховых (нижние холмики) раздражений.

Промежуточный мозг включает: зрительные бугры (таламус), надбугорную область (эпиталамус), подбугорную область (гипоталамус) и коленчатые тела. В нем расположена ретикулярная формация — сеть нейронов и нервных волокон, влияющая на активность различных отделов ЦНС.

Таламус отвечает за все виды чувствительности (кроме обонятельной) и координирует мимику, жестикуляцию, другие проявления эмоций. Сверху к таламусу прилегает эпифиз, являющийся железой внутренней секреции. Ядра эпифиза участвуют в работе обонятельного анализатора. Снизу находится другая железа внутренней секреции — гипофиз.

Гипоталамус контролирует деятельность вегетативной нервной системы, регуляцию обмена веществ, гомеостаз, сон и бодрствование, эндокринные функции организма. Он объединяет нервные и гуморальные регуляторные механизмы в общую нейроэндокринную систему. Гипоталамус образует с гипофизом единый комплекс, в котором ему принадлежит контролирующая роль (контроль деятельности передней доли гипофиза), а гипофизу — эффекторная. Гипоталамус секретирует вазопрессин и окситоцин, которые поступают в заднюю долю гипофиза, а оттуда разносятся кровью.

В коленчатых телах находятся подкорковые центры зрения и слуха.

Передний мозг состоит из правого и левого полушарий, соединенных мозолистым телом. Серое вещество образует кору головного мозга, белое вещество — проводящие пути полушарий. В белом веществе рассеяны ядра серого вещества (подкорковые структуры).

Кора больших полушарий впервые появляется у рептилий. У млекопитающих она занимает большую часть поверхности полушарий и состоит из шести слоев клеток. Площадь коры составляет около 2—2,5 тыс. см². Такая поверхность связана с наличием большого количества борозд и извилин.

Глубокие борозды делят полушарие на четыре доли: лобную, теменную, височную и затылочную.

Нижнюю поверхность полушарий называют основанием мозга. Наибольшего развития у человека достигают лобные доли, отделенные от теменных центральной бороздой. Их масса составляет около 50% массы головного мозга.

Зоны коры больших полушарий и их функции:

- двигательная зона расположена в передней центральной извилине лобной доли;
- зона кожно-мышечной чувствительности расположена в задней центральной извилине теменной доли;
- зрительная зона расположена в затылочной доле;
- слуховая зона расположена в височной доле;
- центры обоняния и вкуса находятся на внутренних поверхностях височных и лобных долей;
- ассоциативные зоны коры связывают ее различные области. Они играют важнейшую роль в образовании условных рефлексов.

Деятельность всех органов человека контролируется корой больших полушарий. Любой спинно-мозговой рефлекс осуществляется при участии коры мозга. Кора обеспечивает связь организма с внешней средой, является материальной основой психической деятельности человека.

Функциональная асимметрия связана с неравнозначностью функций левого и правого полушарий. Правое полушарие отвечает за образное мышление, левое — за абстрактное. При повреждениях левого полушария нарушается речь человека.

Вопросы и задания

1. Расскажите о строении головного мозга.
2. Какие отделы мозга считаются эволюционно более древними? Почему?
3. В чем проявляется контролирующая функция гипоталамуса?
4. Перечислите различные зоны коры головного мозга и их функции.

5. Нарушение дыхания связано с нарушением функции:

- а) мозжечка;
- б) продолговатого мозга;
- в) моста;
- г) среднего мозга.

6. Центры зрения и слуха находятся в:

- а) среднем мозге;
- б) продолговатом мозге;
- в) мозжечке;
- г) мосте.

7. Примитивная кора головного мозга впервые появилась у:

- а) рыб;
- б) земноводных;
- в) млекопитающих;
- г) рептилий.

8. Нервные импульсы, идущие от костей, суставов, мышц идут в:

- а) теменную долю;
- б) затылочную долю;
- в) височную долю;
- г) лобную долю.

4.13. Строение и функции вегетативной нервной системы

Вегетативная нервная система (ВНС) координирует и регулирует деятельность внутренних органов, обмен веществ, гомеостаз. Ее деятельность подчинена центральной нервной системе и в первую очередь коре головного мозга.

ВНС состоит из симпатического и парасимпатического отделов. Оба отдела иннервируют большинство внутренних органов и часто оказывают противоположное действие. Центры ВНС расположены в четырех отделах головного и спинного мозга. Импульсы из нервных центров к рабочему органу проходят по двум нейронам.

Парасимпатические ядра (тела первых нейронов) находятся в среднем, продолговатом отделах головного мозга и в крест-

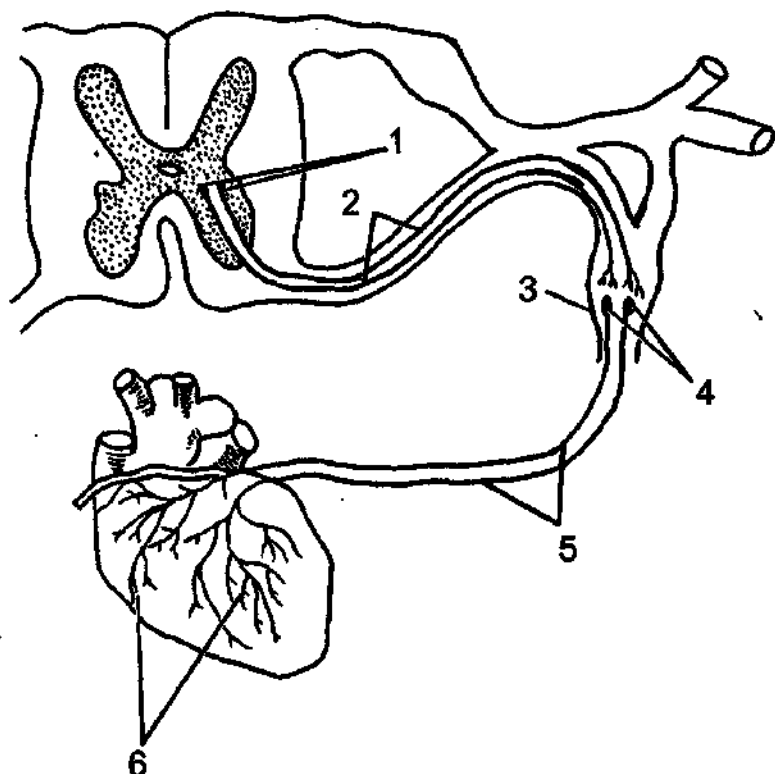


*Рис. 43. Двигательный путь вегетативной рефлекторной дуги:
1 — тела первых нейронов; 2 — их отростки; 3 — вегетативный
нервный узел; 4 — тела вторых нейронов; 5 — их отростки;
6 — окончание их на органе (сердце)*

цовом отделе спинного мозга. Парасимпатические ганглии содержат тела вторых нейронов и расположены около иннервируемых органов или в самих органах. Симпатические ядра находятся в боковых рогах спинного мозга на уровне всех грудных и трех верхних поясничных сегментов. Передача нервных импульсов происходит в синапсах, где медиаторами симпатической системы служат чаще всего адреналин и ацетилхолин, а парасимпатической системы — ацетилхолин. Большинство органов иннервируется как симпатическими, так и парасимпатическими волокнами. Однако кровеносные сосуды, потовые железы и мозговой слой надпочечников иннервируются только симпатическими нервами.

Парасимпатические волокна, например, ослабляют и замедляют сердечную деятельность, а симпатические ускоряют и усиливают ее.

Вегетативная нервная система не имеет собственных чувствительных путей, они являются общими для соматической и вегетативной нервной систем.

Кроме названных отделов большое значение имеет метасимпатический отдел вегетативной нервной системы, образованный системой ганглиев, расположенных во внутренних органах. Такие ганглии есть в мочевом пузыре, кишечнике. Метасимпатическая нервная система координирует их двигательную активность и независимость от ЦНС. Нервные окончания этой системы выделяют АТФ.

Важное значение в регуляции деятельности внутренних органов имеет блуждающий нерв, отходящий от продолговатого мозга и обеспечивающий парасимпатическую иннервацию органов шеи, грудной и брюшной полостей. Импульсы, идущие по этому нерву, замедляют работу сердца, расширяют кровеносные сосуды, усиливают секрецию пищеварительных желез и т.д.

Вопросы и задания

1. Какая из названных рефлекторных дуг относится к вегетативной нервной системе:

а) рецепторы кожи — чувствительный нейрон — вставочный нейрон — исполнительный нейрон — мышцы руки;

б) рецепторы кровеносных сосудов — чувствительный нейрон — вставочный нейрон — исполнительные нейроны — мышцы сосудов;

в) рецепторы сухожилий — чувствительный нейрон — вставочный нейрон — исполнительный нейрон — икроножная мышца?

2. Ядра парасимпатических волокон находятся в:

а) среднем и продолговатом мозге;

б) промежуточном мозге;

в) спинном мозге;

г) коре больших полушарий;

д) среднем, продолговатом и спинном мозге.

3. При возбуждении симпатических волокон сердечная деятельность:

- а) ослабляется;
- б) усиливается;
- в) не изменяется.

4. Выберите правильные утверждения:

а) периферическая нервная система подразделяется на соматическую и вегетативную;

б) дуги вегетативных рефлексов не имеют собственных чувствительных нервных путей;

в) симпатические ядра расположены в спинном мозге;

г) путь от ЦНС к иннервируемому органу состоит из двух нейронов;

д) раздражение парасимпатического отдела ускоряет потоотделение;

е) раздражение парасимпатического отдела вызывает сужение кровеносных сосудов.

5. Возбудимость вегетативных нервных волокон:

а) выше, чем возбудимость соматических волокон;

б) ниже, чем возбудимость соматических волокон;

в) такая же, как возбудимость соматических волокон.

4.14. Высшая нервная деятельность

Высшая нервная деятельность обусловлена рефлекторными процессами, происходящими в коре больших полушарий головного мозга. Она обеспечивает максимальную адаптацию человека к условиям окружающей среды. В основе учения о высшей нервной деятельности лежат работы И.М. Сеченова «Рефлексы головного мозга», И.П. Павлова (теория условных и безусловных рефлексов), П.К. Анохина (теория функциональных систем) и многочисленный ряд других работ.

Рефлексы, осуществляемые организмом, делят, по И.П. Павлову, на безусловные и условные.

Безусловные рефлексы наследуются и воспроизводятся из поколения в поколение вне зависимости от индивидуального опыта каждого отдельного организма.

Условные же рефлексы имеют следующие признаки:

- приобретаются в течение жизни;
- индивидуальные;

- для формирования необходимы определенные условия; готовых рефлекторных дуг нет;
- могут исчезать, если не подкрепляются постоянно;
- формируются на основе безусловных рефлексов; осуществляют на любое воспринимаемое раздражение;
- вырабатываются при непосредственном участии коры головного мозга.

Условные рефлексы вырабатываются при почти одновременном действии безразличного (условного) и безусловного раздражителей. Безразличным раздражителем может служить свет, звук, вид предмета, место его нахождения и т.д. Безусловным раздражителем служит, например, вкус пищи.

Предъявление условного раздражителя (звонок) должно подкрепляться безусловным (пищей). После нескольких повторов вырабатывается условный рефлекс, выражающийся, например, в слюноотделении сразу же после сигнала звонка. Образование условных рефлексов связано с возникновением в коре мозга временной связи между центром (в данном случае слуховым) условного рефлекса и центром безусловного (слюноотделительного) рефлекса.

Рефлекторная дуга данного условного рефлекса содержит следующие звенья:

- рецепторы, реагирующие на условный раздражитель (слуховые рецепторы);
- чувствительный (слуховой) нерв и соответствующий восходящий путь с подкорковыми ядрами;
- участок коры (слуховой центр), воспринимающий условный сигнал;
- участок коры, воспринимающий безусловный раздражитель (представительство пищевого центра) и связанный с центром безусловного рефлекса (пищевой центр);
- двигательный нерв (лицевой, языкоглоточный);
- рабочий орган (слюнные железы).

Условные рефлексы могут ослабевать или исчезать в результате торможения. Торможение, по И.П. Павлову, бывает безусловным (внешним) и условным (внутренним). Внешнее торможение вызывает новый раздражитель значительной

силы. В коре мозга при этом возникает новый очаг возбуждения, который подавляет уже существующее возбуждение. Условное торможение связано с угасанием условного рефлекса, отсутствием подкрепления условного раздражителя безусловным. Можно разучиться ездить на велосипеде или забыть иностранный язык, если длительное время нет практики в езде или в общении. При условном торможении временная связь исчезает.

Особенности высшей нервной деятельности человека: развитая психическая деятельность; речь; способность к абстрактно-логическому мышлению.

И.П. Павлов разработал учение о первой и второй сигнальной системах.

Первая сигнальная система обеспечивает восприятие окружающего мира через органы чувств. С помощью этой сигнальной системы вырабатываются условные рефлексы на самые разные сигналы. *Вторая сигнальная система* появилась у человека в связи с развитием речи. Слово для человека является не сочетанием звуков, а выражением смысла слова, понятия. Развитие речи обусловило возможность абстрагирования, обобщения, оперирования понятиями. Первая и вторая сигнальные системы находятся в тесной взаимосвязи. Сигналы первой сигнальной системы поступают во вторую. Она начинает развиваться у детей к 5—7 месяцам первого года жизни.

И.П. Павлов сформулировал представление об индивидуальных типах нервной системы. Он оценивал силу, уравновешенность и динамичность основных нервных процессов (возбуждения и торможения). На основе полученных данных были выявлены четыре типа нервной системы, или темперамента:

- 1) сильный, уравновешенный, подвижный (сангвиник);
- 2) сильный, уравновешенный, инертный (флегматик);
- 3) сильный, неуравновешенный, инертный (холерик);
- 4) слабый, неуравновешенный, инертный (меланхолик).

Обычно в человеке сочетаются черты разных темпераментов, но доминирует один из них. Оценка темперамента имеет

значение при выборе характера профессиональной деятельности.

Эмоции — это субъективные реакции человека и других животных на воздействие внешних и внутренних раздражителей. Эмоции бывают положительными и отрицательными. Различные виды эмоций вызывают соответствующие физиологические изменения в организме. Такие эмоции, как радость, гнев, предстартовое волнение, повышают мышечный тонус, выброс адреналина, усиление сердечно-сосудистой деятельности. Страх, уныние могут сопровождаться понижением тонуса мышц, спазмами сосудов. С помощью эмоций человек изменяет свое поведение в разных ситуациях.

Память — это способность мозга сохранять информацию и воспроизводить ее через некоторые промежутки времени. По времени сохранения информации память бывает кратковременной и долговременной. В основе кратковременной памяти лежит циркуляция нервных импульсов в замкнутых нейронных цепях.

Долговременная память связана со структурными изменениями в нейронных сетях. Специальные пептиды, синтезируемые нейронами, облегчают процесс возбуждения клеток в моменты извлечения информации «из памяти».

В формировании памяти участвуют височные доли мозга, ретикулярная формация ствола мозга, гипоталамус. Различают следующие виды памяти: двигательную; зрительную; слуховую; осязательную; смешанную.

Мотивация — это активное состояние мозга, которое побуждает человека или животное удовлетворить какую-либо потребность. Мотивации обеспечивают целенаправленность поведения. Мотивации могут быть индивидуальными и групповыми. Источниками мотиваций являются изменения во внутренней или внешней среде, которые вызывают активацию центров гипоталамуса. Возбуждение распространяется на лобные доли мозга. При возникновении мотивации человек формулирует цель и программу ее реализации.

Гигиена нервной системы предполагает полноценный сон, активный отдых, смену видов деятельности, соответствие характера деятельности типу нервной системы, удовлетворение от результатов деятельности.

Сон — состояние угнетения сознания и ослабление связей человека с окружающей средой. Наступление состояния сна связано с угнетением восходящих влияний ретикулярной формации. В норме продолжительность сна составляет 7—8 ч.

Сон и бодрствование — это проявление суточных ритмов. Сон обеспечивает восстановление работоспособности, переработку и усвоение полученной во время бодрствования информации.

В соответствии с этими функциями сна различают глубокий (медленноволновый) и поверхностный (быстроволновый) сны.

На энцефалограммах во время быстрого сна фиксируются ритмы, характерные для состояния бодрствования. Человек видит сны. Эта фаза возникает примерно через каждые полтора часа и длится 15—20 мин. Во время глубокого сна ритмическая активность мозга понижается. Таким образом, сон представляет собой периодическую смену различных функциональных состояний мозга. В регуляции сна важная роль принадлежит гормонам — норадреналину и серотонину.

Сновидения — своеобразное отражение полученной информации в виде зрительных образов.

Вопросы и задания

1. Выберите характеристики:

- 1) безусловных рефлексов;
- 2) условных рефлексов:
 - а) приобретенные;
 - б) индивидуальные;
 - в) видовые;
 - г) мало изменяющиеся;
 - д) непостоянные;
 - е) не имеют готовых рефлекторных дуг;
 - ж) могут осуществляться без участия коры головного мозга;
 - з) рефлекторные дуги образуют временные связи;
 - и) центры рефлексов расположены в спинном мозге и стволе мозга;
 - к) формируются при определенных условиях;
 - л) лежат в основе инстинктов.

2. При возникновении условного торможения:

а) вырабатываются более стойкие условные рефлексы;

б) угасают условные рефлексы, выработанные ранее;

в) прекращаются безусловные рефлексы, на основе которых выработаны условные.

4.15. Органы чувств (анализаторы).

Строение и функции органа зрения

Анализаторы — совокупность нервных образований, обеспечивающих осознание и оценку действующих на организм раздражителей. Анализатор представляет собой функциональную систему, состоящую из воспринимающих раздражение рецепторов, проводящей части и центральной части — определенной области коры головного мозга, где формируются ощущения и обрабатывается поступившая информация.

Рецепторы — чувствительные окончания, превращающие энергию внешнего раздражителя в энергию нервных импульсов. Могут быть представлены свободными нервными окончаниями, чувствительными клетками, образованиями, окружающими нервные окончания и делающими его чувствительным. Различают интерорецепторы и проприорецепторы.

Проводниковая часть состоит из соответствующего нерва и проводящих путей.

Центральная часть — отдел ЦНС, включающий подкорковые ядра, обеспечивающие осуществление ориентировочных рефлексов, и корковый центр — ядро анализатора.

Зрительный анализатор — обеспечивает получение зрительной информации из окружающей среды и состоит из трех частей: периферической — глаз, проводниковой — зрительного нерва и центральной — подкорковой и зрительной зоны коры головного мозга.

Глаз состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата, к которому относятся веки, ресницы, слезные железы и мышцы глазного яблока.

Глазное яблоко расположено в глазнице и имеет шаровидную форму. Оно окружено тремя оболочками: фиброзной, задний отдел которой образован непрозрачной белочной оболочкой (склерой), сосудистой и сетчатой. Часть сосудистой

оболочки, снабженную пигментами, называют радужной оболочкой. В сосудистую оболочку входит и ресничное тело, состоящее в основном из ресничной мышцы, изменяющей кривизну хрусталика. В центре радужной оболочки находится зрачок, который может изменять диаметр своего отверстия за счет сокращения кольцевых и радиальных мышц. Задняя часть сетчатки воспринимает световые раздражения. Передняя ее часть — слепая и не содержит светочувствительных элементов. Светочувствительными элементами сетчатки являются палочки (обеспечивают зрение в сумерках и темноте) и колбочки (рецепторы цветового зрения, работающие при высокой освещенности). Колбочки расположены ближе к центру сетчатки (желтое пятно), а палочки концентрируются на ее периферии. Место выхода зрительного нерва называют слепым пятном.

Полость глазного яблока заполнена стекловидным телом. Хрусталик имеет форму двояковыпуклой линзы. Он способен изменять свою кривизну при сокращениях ресничной мышцы. При рассматривании близких предметов хрусталик сжимается, при рассматривании отдаленных — расширяется. Такую способность хрусталика называют *аккомодацией*. Между роговицей и радужкой находится передняя камера глаза, между радужкой и хрусталиком — задняя камера. Обе камеры заполнены прозрачной жидкостью. Лучи света, отражаясь от предметов, проходят через роговицу, влажные камеры, хрусталик, стекловидное тело и благодаря преломлению в хрусталике попадают на желтое пятно сетчатки — место наилучшего видения. При этом возникает действительное, обратное, уменьшенное изображение предмета. От сетчатки по зрительному нерву импульсы поступают в центральную часть анализатора — зрительную зону коры мозга, расположенную в затылочной доле. В коре информация, полученная от рецепторов сетчатки, перерабатывается, и человек воспринимает естественное отражение объекта.

В светочувствительных рецепторах — палочках имеется красный пигмент — родопсин, а в колбочках — иодопсин. Фотохимические реакции способствуют разложению этих пигментов. В темноте они восстанавливаются. Для восстановления родопсина необходим витамин А. При его недостатке

возникает куриная слепота, т.е. ослабление сумеречного зрения. С помощью колбочек человек различает красный, зеленый и сине-фиолетовый цвета. Остальные цвета различаются в зависимости от силы и совпадения во времени зрительных раздражений.

Нормальное зрительное восприятие обусловлено:

достаточным световым потоком;

фокусированием изображения на сетчатке (фокусирование перед сетчаткой означает близорукость, а за сетчаткой — дальновидность);

осуществлением аккомодационного рефлекса.

Важнейшим показателем зрения является его острота, т.е. предельная способность глаза различать мелкие объекты.

Вопросы и задания

1. На сетчатке возникает изображение предмета:

- а) нормальное;
- б) перевернутое, уменьшенное;
- в) перевернутое, увеличенное.

2. Аккомодация — это:

- а) возбуждение зрительных рецепторов;
- б) вращение глаза при боковом расположении предмета;
- в) способность хрусталика изменять свою кривизну при изменении расстояния до предмета.

4.16. Орган слуха и равновесия

Слуховой анализатор обеспечивает восприятие звуковой информации и ее обработку в центральных отделах коры головного мозга. Периферическую часть анализатора образуют ухо и слуховой нерв. Центральная часть образована подкорковыми центрами среднего и промежуточного мозга и височной зоной коры.

Ухо — парный орган, состоящий из наружного, среднего и внутреннего уха.

Наружное ухо включает ушную раковину, наружный слуховой проход и барабанную перепонку.

Среднее ухо представляет собой полость в пирамиде височной кости и состоит из барабанной полости, цепочки слу-

ховых косточек и слуховой (евстахиевой) трубы. Слуховая труба связывает барабанную полость с полостью носоглотки. Это обеспечивает выравнивание давления по обеим сторонам барабанной перепонки. Слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремечко связывают барабанную перепонку с перепонкой овального окна, ведущего в улитку. Среднее ухо обеспечивает передачу звуковых волн из среды с низкой плотностью (воздух) в среду с высокой плотностью (эндолимфу), в которой находятся рецепторные клетки внутреннего уха.

Внутреннее ухо расположено в толще пирамиды височной кости и состоит из костного и расположенного в нем перепончатого лабиринта. Пространство между ними заполнено перилимфой, а полость перепончатого лабиринта — эндолимфой. В костном лабиринте различают три отдела — преддверие, улитку и полукружные каналы. К органу слуха относится улитка — спиральный канал в 2,5 оборота. Полость улитки разделена перепончатой основной мембраной, состоящей из волоконцев разной длины. На основной мембране находятся рецепторные волосковые клетки кортиева органа. Колебания барабанной перепонки передаются слуховым косточкам. Они усиливают эти колебания почти в 50 раз и через овальное окошко передаются перилимфе и эндолимфе и воспринимаются волоконцами основной мембраны. Клетки кортиева органа воспринимают раздражение, поступающее от волоконцев, и по слуховому нерву передают его в височную зону коры головного мозга. Ухо человека воспринимает звуки частотой от 16 до 20 000 Гц.

Орган равновесия, или вестибулярный аппарат, образован преддверием и тремя полукружными каналами. В преддверии имеется два мешочка, заполненные эндолимфой. Рецепторные волосковые клетки расположены на дне и внутренней стороне мешочков. К ним примыкает мембрана с кристаллами — отолитами, содержащими ионы кальция. Полукружные каналы расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. В основаниях каналов находятся волосковые клетки. Рецепторы отолитового аппарата реагируют на ускорение или замедление прямолинейного движения. Рецепторы полукружных каналов раздражаются при изменениях вращательных движений. Импульсы от вестибулярного аппарата по вестибулярному нерву поступают в ЦНС. Сюда

же поступают импульсы от рецепторов мышц, сухожилий, подошв. Функционально вестибулярный аппарат связан с мозжечком, отвечающим за координацию движений, ориентацию человека в пространстве.

Вопросы и задания

1. Звуковая волна вызывает в первую очередь:

- а) колебания волосковых клеток;
- б) колебания жидкости улитки;
- в) колебания мембраны улитки;
- г) колебания барабанной перепонки.

2. Функция выравнивания давления воздуха между полостью уха и внешней средой принадлежит:

- а) внутреннему уху;
- б) наружному уху;
- в) среднему уху;
- г) костному лабиринту.

3. К барабанной перепонке прикрепляется:

- а) молоточек;
- б) наковальня;
- в) стремечко;
- г) мембрана овального окошка.

4. Часть уха, максимально усиливающая звуковые колебания:

- а) наружный слуховой проход;
- б) улитка;
- в) слуховой нерв;
- г) слуховые косточки.

5. Чем раздражаются слуховые рецепторы:

- а) звуковой волной;
- б) колебаниями жидкости;
- в) колебаниями барабанной перепонки;
- г) колебаниями мембраны овального окна?

4.17. Обонятельный и вкусовой анализаторы

Обонятельный анализатор обеспечивает получение информации из окружающей среды по запахам. Периферическую часть анализатора составляют рецепторы верхнего но-

сового хода слизистой оболочки носовой полости. Частишки пахучего вещества растворяются в слизи, покрывающей чувствительные клетки слизистой носа. Молекулы этих веществ раздражают рецепторные клетки. Импульсы, возникающие в них, распространяются по волокнам обонятельного нерва и поступают в корковый обонятельный центр, который находится на нижней поверхности височной и лобной долей коры больших полушарий.

Вкусовой анализатор обеспечивает получение информации о свойствах пищевых веществ. Периферическую часть анализатора образуют рецепторы, расположенные в слизистой оболочке полости рта, а в основном на вкусовых почках языка. Рецепторные клетки вкусовых почек раздражаются пищевыми веществами, растворимыми в воде. Информация от рецепторов поступает по вкусовым волокнам лицевого нерва к нижней поверхности лобной доли коры мозга. На разных участках языка находятся рецепторы, воспринимающие разный вкус пищи: горький (рецепторы корня языка), соленый (рецепторы расположены по бокам языка), сладкий (рецепторы кончика языка).

Кожный анализатор обеспечивает получение информации о прикосновении, давлении, вибрации, температуре, боли. Периферическим отделом кожного анализатора является кожа — самый большой орган человека. Для каждого вида кожной чувствительности существуют специфические рецепторы — свободные нервные окончания и образования вокруг них.

Различные рецепторы располагаются в разных слоях дермы. Нервные импульсы от рецепторов кожи передаются по чувствительным волокнам спинно-мозговых и черепно-мозговых нервов, поступают в подкорковые центры и в заднюю центральную извилину коры головного мозга.

Вопросы и задания

1. Центральный отдел температурной чувствительности находится:

- а) на внутренней поверхности височной доли;
- б) в лобной доле;
- в) в задней центральной извилине;
- г) в передней центральной извилине.

2. Обоняние отсутствует у:

- а) дельфина;
- б) антилопы;
- в) волка;
- г) гориллы.

3. Как дифференцированы вкусовые рецепторы языка?

4.18. Кожа: ее строение и функции

Общая поверхность кожи составляет $1,5—1,6 \text{ м}^2$. Волосы, ногти, сальные и потовые железы являются производными кожи. Кожа выполняет защитную, терморегуляционную, выделительную, рецепторную функции.

Структура кожи

Эпидермис — состоит из нескольких слоев клеток, образовавшихся из эктодермы. Клетки самого наружного рогового слоя эпидермиса полностью обновляются за 7—10 дней. От количества пигмента меланина зависит цвет кожи. Волосы и ногти — производные эпидермиса. Содержат белок кератин;

Дерма — собственно кожа; состоит из двух слоев — сосочкового и сетчатого, образовавшихся из мезодермы. Сосочковый слой снабжен мышечными клетками, кровеносными и лимфатическими сосудами, нервными окончаниями. Расположение сосочков этого слоя образует индивидуальный рисунок (это знание используют в криминалистике). Сетчатый слой образован пучками коллагеновых и эластических волокон, придающих коже прочность. К дерме прилегает слой подкожной жировой клетчатки. Он состоит из рыхлой соединительной ткани. Толщина жировой ткани варьирует в зависимости от места расположения. На ягодицах и подошвах ее особенно много.

Потовые железы своими выводными протоками открываются на поверхности кожи порами. Их начальные отделы залегают глубоко в дерме. Больше всего потовых желез находится в коже ладоней, подмышечных впадин, подошв ног. Пот по составу близок к моче и содержит воду, хлорид натрия,

мочевую кислоту, аммиак, мочевину. Потоотделение обеспечивает терморегуляцию и выведение продуктов обмена.

Сальные железы открываются своими протоками в волосяную сумку. Их секрет придает коже эластичность и смазывает волосы, предохраняет ее от микроорганизмов. Там, где нет волос, протоки сальных желез открываются на поверхность кожи (переходная часть губ, головка полового члена).

Волос состоит из корня и стержня. Корень волоса погружен в волосяную луковицу, окруженную волосяной сумкой. Она снабжена сосудами и нервами. Рост волоса происходит за счет деления клеток волосяной сумки. Волосы поднимаются сокращением гладких мышц. В основание стержня волоса открываются протоки сальных желез. Снаружи волос покрыт кутикулой. К старости волосы седеют из-за потери пигмента.

Ногти — это роговые пластинки, лежащие в ногтевом ложе, состоящем из ростового эпителия и соединительной ткани. Кожа ногтевого ложа снабжена кровеносными сосудами и нервными окончаниями.

Вопросы и задания

1. Эпидермисом называют:

- а) наружный, слущивающийся слой кожи;
- б) дерму;
- в) наружный и ростковый слои;
- г) подкожную клетчатку.

2. Какими тканями образована кожа и ее структуры?

- а) Покровной и мышечной;
- б) мышечной и соединительной;
- в) мышечной и нервной;
- г) всеми видами тканей.

3. Сколько слоев имеет кожа?

4. Из каких клеток состоит эпидермис?

5. Какой витамин синтезируется кожей?

6. От чего предохраняет загар?

7. Какими рецепторами снабжена кожа?

8. Что такое волос?

9. Что такое пот?

10. Что происходит с кровеносными сосудами при охлаждении?

11. Каково максимальное суточное количество пота, выделяемое человеком?

4.19. Эндокринная система. Железы внутренней секреции

Эндокринная система образована совокупностью взаимосвязанных желез внутренней секреции. Они не имеют протоков и обладают дистантным действием. Железы секретируют в кровь и лимфу *гормоны* — биологически активные сигнальные вещества. Кроме высокой активности, гормоны обладают высокой специфичностью эффекта и быстро разрушаются в тканях, что позволяет регулировать функции конкретных органов и тканей.

К железам *внутренней* секреции относят: гипофиз, щитовидную железу, паращитовидные железы, тимус (вилочковую железу), надпочечники, эпифиз.

К железам *смешанной* секреции относят: часть поджелудочной железы, половые железы.

К железам *внешней* секреции относят: слюнные, потовые, сальные, печень, молочные.

Гормоны играют основную роль в гуморальной регуляции функций организма. Они влияют на рост, размножение, дифференцировку тканей. По своей химической природе гормоны делятся на полипептиды и белки, аминокислоты и их производные, стероиды. Гуморальная регуляция организма обеспечивает взаимосвязь между органами, поддержание постоянства внутренней среды, адаптацию к внешним условиям.

Высшим центром регуляции эндокринных функций является *гипоталамус* — отдел промежуточного мозга. Он объединяет нервную и гуморальную регуляцию в нейрогуморальный механизм регуляции жизнедеятельности организма.

Гипофиз, или нижний мозговой придаток, состоит из двух долей. Передняя доля (аденогипофиз) секретирует следующие гормоны:

- соматотропин — гормон роста;
- адренокортикотропный — усиливает синтез гормонов коры надпочечников;
- тиреотропин — стимулирует функцию щитовидной железы;

- гонадотропные — фолликулостимулирующий (влияет на рост половых клеток) и лютеинизирующий (усиливает образование половых гормонов и рост желтого тела беременности), пролактин — стимулирует выработку грудного молока.

Задняя доля гипофиза выделяет:

- вазопрессин — повышает тонус гладкой мускулатуры артериол, увеличивает артериальное давление; усиливает обратное всасывание воды в извитых канальцах почек, снижая диурез. Гормон секретируется гипоталамусом и поступает в гипофиз;

- окситоцин — усиливает сокращения гладкой мускулатуры матки, облегчая роды; стимулирует лактацию.

Эпифиз расположен над таламусом. Выделяет мелатонин, который тормозит действие гонадотропных гормонов. Гормон секретируется гипоталамусом и поступает в гипофиз.

Щитовидная железа расположена впереди гортани, на шее. Она состоит из двух долей, каждая из которых выделяет иодсодержащие гормоны — тироксин, трийодтиронин и др. Гормоны щитовидной железы влияют на обмен веществ, рост и развитие организма, деятельность нервной системы.

При гипофункции этой железы у детей развивается кретинизм, у взрослых — микседема. При гиперфункции развивается базедова болезнь.

Паращитовидные железы прилегают к щитовидной железе и вырабатывают паратгормон, вызывающий повышение уровня кальция в крови. Гипофункция желез приводит к мышечным судорогам.

Надпочечники расположены на верхних полюсах почек. В них различают корковое и мозговое вещество.

Гормоны коркового слоя:

- кортизон, кортикостерон — регулируют обмен веществ, подавляют синтез антител и др.;

- альдостерон — регулирует обмен калия и натрия в почках, тонус кровеносных сосудов и др.;

- половые гормоны — андрогены, эстрогены, прогестерон — влияют на развитие вторичных половых признаков.

Гормоны мозгового слоя:

- адреналин — усиливает частоту сердечных сокращений, увеличивает кровоток в печени, мышцах, мозге, оказывает влияние на просветы сосудов (расширяет сосуды сердца);

- норадреналин играет роль медиатора в синапсах, замедляет частоту сердечных сокращений.

Тимус (вилочковая железа) помещается за грудиной. Наиболее развит у новорожденных. У взрослых тимус атрофируется. В этой железе происходит дифференциация и размножение клеток — предшественников Т-лимфоцитов.

Гормон тимозин регулирует углеводный обмен, обмен кальция, влияет на регуляцию нервно-мышечной передачи.

Поджелудочная железа является железой смешанной секреции. Эндокринная часть образована островками Лангерганса. Часть секреторных клеток вырабатывает инсулин, понижающий содержание глюкозы в крови, другая часть секретирует глюкагон, превращающий гликоген печени в глюкозу. Уровень глюкозы регулируется этими двумя гормонами. Выведение глюкозы из организма вместе с мочой свидетельствует о недостаточности функции поджелудочной железы и возможном сахарном диабете.

Как железа внешней секреции, поджелудочная железа вырабатывает панкреатический сок, содержащий пищеварительные ферменты.

Половые железы: у мужчин это *семенники*, у женщин — *яичники*. Они относятся к железам смешанной секреции.

Мужские половые гормоны — андрогены стимулируют развитие вторичных половых признаков, полового аппарата, повышают основной обмен, необходимый для развития сперматозоидов: андростерон, тестостерон.

Женские половые гормоны — эстрогены:

- эстрадиол — обеспечивает рост яйцеклеток, формирование вторичных половых признаков;

• прогестерон — вырабатывается клетками желтого тела беременности. Задерживает созревание и овуляцию фолликулов, стимулирует рост молочных желез.

В семенниках вырабатывается некоторое количество женских гормонов, а в яичниках — мужских. Если соотношение половых гормонов в организме нарушается, то возникает интерсексуальность. У мужчин появляются некоторые женские признаки, а у женщин — мужские.

Вопросы и задания

1. Какие два из названных гормонов секретируются гипофизом:

- а) соматотропин;
- б) адреналин;
- в) пролактин;
- г) эстрадиол?

2. Какой из гормонов называют гормоном беременности:

- а) вазопрессин;
- б) норадреналин;
- в) прогестерон;
- г) тестостерон?

3. Какая из желез влияет на регуляцию уровня сахара в крови:

- а) гипофиз;
- б) парашитовидные железы;
- в) поджелудочная железа;
- г) тимус?

4. Расскажите о функциях каждой железы внутренней секреции.

5. Как связаны между собой нервная и гуморальная регуляция жизнедеятельности организма?

4.20. Строение и функции половой системы

Мужские половые органы представлены половыми железами — яичками (семенниками), семявыносящими протоками, предстательной железой и семенными пузырьками, половым членом. В яичках образуются сперматозоиды и половые гормоны. Яички находятся в мошонке, причем левое

яичко опущено ниже правого. Сперматозоиды из семенников выходят в семявыносящий проток, где смешиваются с секретом предстательной железы и семенных пузырьков, образуя сперму. Через мочеиспускательный канал полового члена сперма выводится наружу. У здорового взрослого мужчины в 1 мл³ спермы содержится около 100 млн сперматозоидов, а выделяется во время семяизвержения до 400 млн. Половой член образован двумя пещеристыми и одним губчатым телами. Эрекция наступает при накоплении крови в ячейках пещеристых тел. Быстрый рост полового члена происходит в период полового созревания. Мочеиспускательный канал — уретра — образован трубкой длиной в 16—22 см.

Женская половая система представлена внутренними и наружными половыми органами. Внутренние органы находятся в области малого таза. К ним относят: яичники, маточные трубы, матку и влагалище; к наружным половым органам относят большие и малые половые губы и клитор.

Яичники — парные половые железы, расположенные в малом тазу. Первичные половые клетки образуются у женщин еще в эмбриональном периоде. Образовавшиеся ооциты превращаются в фолликулы. В детородном периоде происходит созревание одного фолликула примерно раз в 28 дней. Яйцеклетка выходит в брюшную полость (овуляция). Если ранее, до выхода яйцеклетки из маточной трубы, не произошло оплодотворения, то наступает маточное кровотечение — менструация.

Роль гормонов в менструальном цикле:

- фолликулостимулирующий — влияет на созревание фолликулов;
- эстроген — стимулирует секрецию лютеинизирующего гормона;
- лютеинизирующий — обеспечивает рост клеток разрушенного фолликула и образование желтого тела беременности (временной железы внутренней секреции);
- прогестерон — гормон желтого тела — задерживает созревание следующих фолликулов и готовит слизистую матки для принятия зародыша.

Если беременности не наступает, то количество прогестерона и эстрогена уменьшается и желтое тело разрушается. Слизистая матки отторгается и выходит вместе с кровью во влагалище.

Матка — полый, толстостенный мышечный орган, выстланный слизистой оболочкой — эндометрием, в которую имплантируется зародыш. Шейка матки открывается во влагалище отверстием, через которое проникают сперматозоиды.

Влагалище — трубка длиной 9—12 см, соединяющая полость матки с наружными половыми органами.

Оплодотворение происходит в течение 12—24 ч. после овуляции. Оплодотворение созревшей яйцеклетки происходит в маточной трубе. После оплодотворения зародыш спускается в матку и внедряется в ее слизистую оболочку. В матке зародыш развивается.

Развитие организма. В развитии зародыша человека выделяют эмбриональный и постэмбриональный периоды.

Эмбриональный период (в среднем — 280 суток) делится на начальный, зародышевый и плодный периоды. Начальный период — первая неделя развития. В этот период происходит формирование бластулы и ее прикрепление к слизистой матки. Зародышевый период — вторая — восьмая недели. В этот период образуются зародышевые оболочки: аллантоис, амнион, хорион, желточный мешок. Аллантоис образует основную часть плаценты. Амнион содержит амниотическую жидкость, предохраняющую зародыш от повреждений. Хорион — это ворсинчатая оболочка амниона, образующая часть плаценты. Желточный мешок выполняет кроветворную функцию и образует первичные половые клетки. Плацента делится на материнскую часть и детское место, образованное хорионом. Ворсинки хориона погружаются в слизистую оболочку матки, снабженную сетью кровеносных сосудов. Кровь матери и плода не смешивается. Органы начинают закладываться к концу третьей недели. На пятой неделе образуются зачатки конечностей, на шестой-восьмой неделях глаза смещаются к передней поверхности лица, черты которого начинают обозначаться. К концу восьмой недели закладка органов заканчи-

вается и начинается формирование органов и систем органов. Плодный период — с девятой недели до рождения. Головка и туловище формируются к концу второго месяца. На третьем месяце формируются конечности. На пятом месяце начинаются шевеления плода, к концу шестого месяца заканчивается формирование внутренних органов. На седьмом — восьмом месяцах плод жизнеспособен. На сороковой неделе наступают роды.

Постэмбриональный период развития ребенка включает следующие периоды:

- новорожденность — первые четыре недели после рождения;
- грудной — с четвертой недели до 1 года;
- ясельный — от 1 до 3 лет;
- дошкольный — с 3 до 6 лет;
- школьный — с 6—7 до 16—17 лет.

Вопросы и задания

1. Расскажите о строении половой системы человека.
2. Как происходит эмбриональное развитие человека?
3. На какие периоды делится онтогенез и каковы особенности каждого периода?

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

I. ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

1.2. Химический состав клетки. Неорганические вещества клетки

5 - г; 6 - б; 7 - а

1.3. Органические вещества клетки. Углеводы; липиды

1 - б; 2 - в; 3 - г; 4 - в

1.5. Нуклеиновые кислоты. Реакции матричного синтеза

3 - в; 4 - б; 5 - в

1.6. Клеточная теория. Особенности строения прокариотических и эукариотических клеток

1 - г; 2 - в; 3 - б; 4 - а; 5 - в; 6 - г; 7 - в; 8 - б; 9 - а

1.7. Фотосинтез и хемосинтез

1 - б, г; 2 - в; 3 - а; 4 - а; 5 - в; 6 - а; 7 - б

1.8. Биосинтез белка

3 - а, в, д, е; 4 - а; 5 - в; 6 - в

1.9. Энергетический обмен в клетке

1 - в; 2 - в; 3 - г; 4 - б; 5 - б; 6 - а

1.10. Взаимосвязь энергетического и пластического обмена в клетках животных и растений

1 - г

1.11. Жизненный цикл клетки. Митоз

5 - а; 6 - а; 7 - в

1.12. Мейоз

4 - б; 5 - б; 6 - а

1.14. Размножение в органическом мире

1 - в; 2 - а; 3 - б; 4 - в

1.15. Онтогенез

2 - г; 3: А - а, б, г, д, ж; Б - з, к; В - в, е, и; 4 - б

1.16. Законы Г. Менделя и их цитологические основы

1 - б; 2 - а; 3 - а; 4 - б; 5 - б; 6 - а; 7 - г; 8 - а; 9 - г;
10 - в; 11 - а

1.17. Хромосомная теория наследственности

1 - г; 2 - в; 3 - б

1.18. Генотип как целостная, исторически сложившаяся система

2 - в; 3 - б

1.19. Изменчивость, ее виды и биологическое значение

1 - в, д; 2 - а, в; 3 - г, д

1.20. Основные методы генетики. Ее значение для медицины и сельского хозяйства

5 - в; 6 - б; 7 - в; 8 - ген вздорности рецессивен, сканда-
листы гомозиготны по этому признаку. Отец, Людмила,
Нина и Николай - гетерозиготны по данному признаку.
Петр АА или Аа; 9 - а

1.22. Ч. Дарвин о причинах эволюции. Доказательства эволюции

1 - б; 2 - а; 3 - б; 4 - б; 5 - в; 6 - б

1.23. Вид, его критерии и структура. Популяция

1 - а; 2 - в; 3 - а; 4 - б; 5 - в

1.24. Основные направления эволюционного процесса

1: А - а, б, е, ж; Б - в, г, з, к; В - д, и; 2 - г

1.25. Синтетическая теория эволюции

1 - б; 2 - б; 3 - а

1.26. Генетика и теория эволюции

а, в, д, е, ж, и

1.27. Основные этапы эволюции растительного и животного мира

1 – б, а, г, в, ж, д, е; 2 – в; 3 – в

1.28. Антропогенез. Движущие силы. Роль законов общественной жизни в социальном поведении человека

1

Человек	Человекообразные обезьяны	Общие признаки
а, б, д, е, з	в, г, ж, м	и, к, л

2 – в; 3 – в, д, е; 4 – а, в, ж

1.29. Человеческие расы, единство их происхождения

1 – в

1.30. Экологические факторы, их влияние на организмы

3 – а, в; 4 – в; 5 – в

1.31. Биогеоценоз

1 – в; 2 – б; 3 – а; 4 – а

1.32. Биосфера

1 – а; 2 – в; 3 – д; 4 – в; 5 – б; 6 – а, в, г, д, ж

II. МНОГООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

2.2. Грибы. Общая характеристика

1 – б, в, д

2.3. Растения. Особенности растительного организма

1 – а, б, г, д, е, ж; 2 – б, д

2.4. Водоросли

1 – б, в, г, д, ж; 2 – г; 3 – б; 4 – б; 5 – в; 6 – в;

2.5. Высшие споровые растения. Сравнительная характеристика

3 – а, г, д, е, ж, з; 4 – б, в, е, з

2.6. Семенные растения. Сравнительная характеристика особенностей размножения

1 - а; 2 - б; 3 - б; 4 - в; 5 - в; 6 - а; 7 - б

2.8. Ткани высших растений

1 - в; 2 - б; 3 - в

2.9. Вегетативные органы цветковых растений. Корень

1 - в; 2 - а; 3 - б

2.10. Побег — стебель, лист

1 - г; 2 - в; 3 - б; 4 - б

2.11. Однодольные и двудольные растения

1 - б; 2 - б; 3 - в; 4 - в

III. ЖИВОТНЫЕ

3.1. Общая характеристика царства животных

1 - а, б, д, е, к, о; 2 - в, г, ж, и, м, н; 3 - а, л

3.2. Общая характеристика простейших, их многообразие и значение в жизни человека

1 - г, 2 - б, 3 - б, 4 - б, 5 - а

3.3. Тип Кишечнополостные. Общая характеристика, многообразие видов

А — эктодерма	Б — энтодерма
а, в, г, е, ж, з	б, д

3.4. Сравнительная характеристика представителей типа Плоские черви

1 - г; 2 - б

3.5. Тип Первичнополостные, или Круглые черви

1 - в; 2 - а; 3 - а; г; е; 4 - в

3.6. Тип Кольчатые черви. Общая характеристика

1 - в; 2 - а; 3 - в; 4 - г

3.7. Тип Членистоногие. Общая характеристика

1 - а; 2 - б; 3 - а; 4 - б; 5 - б; 6 - в; 7 - б; 8 - в; 9 - в; 10 - в; 11 - г

3.8. Сравнительная характеристика типов Кольчатые черви и Членистоногие

5 - в; 6 - а

3.9. Основные отряды насекомых

1 - г; 3 - а, б, г, ж, з

3.10. Тип Моллюски

1 - б; 2 - б; 3 - в; 4 - г; 5 - в

**3.12. Надклассы Бесчелюстные и Рыбы (Челюстноротые).
Общая характеристика**

б, г, ж, з, к, м, н

3.13. Класс Земноводные. Общая характеристика

1 - а, б, д, ж, з, л, м; 2 - в; 3 - г; 4 - в; 5 - в; 6 - б, в, е, ж, и

3.14. Класс Пресмыкающиеся. Общая характеристика

4 - г; 5 - б; 6 - в; 7 - б; 8 - а, б, д, е, з

3.15. Класс Птицы

5 - а, в, г, е, и, к

3. 16. Класс Млекопитающие. Общая характеристика

а, б, д, е, ж, з

V. АНАТОМИЯ И ФИЗИО.

4.2. Ткани

4

Название ткани

- | |
|-------------------------------------|
| 1. Гладкая мышечная – ж |
| 2. Поперечно-полосатая мышечная – и |
| 3. Нервная – е |
| 4. Хрящевая соединительная – з |
| 5. Железистый эпителий – в |
| 6. Многослойный эпителий – а |
| 7. Мерцательный эпителий – б |
| 8. Жидкая соединительная – д |
| 9. Жировая – г |

4.3. Строение и функции опорно-дв.

1

	а) ключ
	б) лучез
к	в) скулк
ностей – а, д	г) темен
ностей – л	д) лопат
конечность	е) больш
	ж) затык
	з) кости
	и) бедра
конечность	к) груди
	л) тазов
	м) кости
	н) плеч
	о) локте
	п) малая
	р) копчик
ый отдел – с, р	с) крестец
	т) решетч
	у) лобков
	ф) эпистр

4.4. Внутренняя среда организма. Состав и функции крови

1

1. Гемоглобин - з
2. Ионы кальция - а
3. Резус-белок - б
4. Гамма-глобулин - е
5. Фибрин - ж
6. Фибриноген - в
7. Тромбин - д
8. Ионы натрия - г

4.5. Строение и функции системы органов кровообращения

1 - в, г, а, б; 2 - а; 3 - в; 4 - б; 5 - а; 6 - г; 7 - б; 8 - б;
9 - а; 10 - б

4.6. Строение и функции дыхательной системы

1 - б; 2 - а, б, г, д, ж, з

4.7. Строение и функции пищеварительной системы

1 - б; 2 - в; 3 - б; 4 - б; 5 - в; 6 - в; 7 - в; 8 - б

4.8. Обмен веществ в организме

1 - а, д, ж; 2 - б, в, г, е, з

4.9. Строение и функции выделительной системы

1 - в; 2 - в; 3 - а; 4 - г

4.10. Нервная система. Общий план строения и функции

4 - а; 5 - в; 6 - а; 7 - б

4.11. Строение и функции спинного мозга

1 - б; 2 - а; 3 - а; 4 - в; 5 - а

4.12. Строение и функции головного мозга

5 - б; 6 - а; 7 - г; 8 - г

4.13. Строение и функции вегетативной нервной системы

1 - б; 2 - г; 3 - б; 4 - а, б, в, г; 5 - б

4.14. Высшая нервная деятельность

1: 1 – в, г, ж, и, л; 2 – а, б, д, е, з, к; 2 – б

4.15. Органы чувств (анализаторы). Строение и функции органа зрения

1 – б; 2 – в

4.16. Орган слуха и равновесия

1 – г; 2 – в; 3 – а; 4 – г; 5 – б

4.17. Обонятельный и вкусовой анализаторы

1 – в; 2 – а

4.18. Кожа: ее строение и функции

1 – в; 2 – г

4.19. Эндокринная система. Железы внутренней секреции

1 – а, в; 2 – в; 3 – в

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ВАРИАНТ ЕГЭ

Часть 1

При выполнении заданий этой части в бланке ответов №1 под номером выполняемого вами задания (A1–A37) поставьте знак «х» в клеточку, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Предмет «Общая биология» изучает:

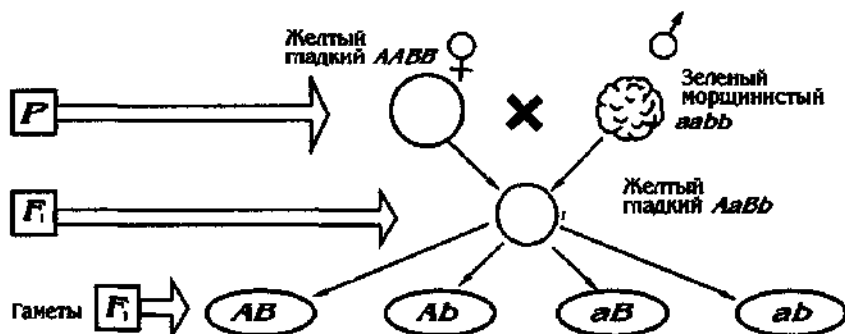
- 1) строение и функции организма
- 2) природные явления
- 3) закономерности развития и функционирования живых систем
- 4) строение и функции растений и животных

A2. Появление электронной микроскопии позволило увидеть в клетке:

- 1) эндоплазматическую сеть
- 2) ядро
- 3) клеточную стенку
- 4) цитоплазму

A3. Какого расщепления по фенотипам следует ожидать от скрещивания гибридов F_1 , показанных на рисунке?

- | | |
|------------|------------|
| 1) 3:1 | 3) 9:3:3:1 |
| 2) 1:1:1:1 | 4) 1:2:1 |



A4. Из перечисленных химических соединений биополимером не является:

- 1) белок
- 2) глюкоза
- 3) дезоксирибонуклеиновая кислота
- 4) целлюлоза

A5. Углеводы при фотосинтезе синтезируются из:

- 1) O_2 и H_2O
- 2) CO_2 и H_2
- 3) CO_2 и H_2O
- 4) CO_2 и H_2CO_3

A6. Материальным носителем наследственной информации в клетке является:

- 1) иРНК
- 2) тРНК
- 3) ДНК
- 4) хромосомы

A7. Какую часть информации в среднем получает ребенок от своей бабушки?

- 1) 100%
- 2) 75%
- 3) 50%
- 4) 25%

A8. Какое из перечисленных ниже событий не обеспечивается митозом?

- 1) Образование клеток кожи человека
- 2) Сохранение постоянного для вида числа хромосом
- 3) Генетическое разнообразие видов
- 4) Бесполое размножение

A9. Первое деление мейоза заканчивается образованием:

- 1) гамет
- 2) ядер с гаплоидным набором хромосом
- 3) клеток с диплоидными ядрами
- 4) полиплоидных клеток

A10. Структура одного белка определяется:

- 1) группой генов
- 2) одним геном
- 3) одной молекулой ДНК
- 4) совокупностью генов организма

A11. У кареглазого мужчины и голубоглазой женщины родились 6 кареглазых девочек и 2 голубоглазых мальчика. Ген карих глаз (A) доминирует. Каковы генотипы родителей?

- 1) Отец Aa, мать Aa
- 2) Отец aa, мать AA
- 3) Отец aa, мать Aa
- 4) Отец Aa, мать aa

A12. Близкие по характеру мутации могут быть у овса и:

- 1) подсолнуха
- 2) кукурузы
- 3) картофеля
- 4) гороха

A13. Основным методом селекционной работы И.В. Мичурина был:

- 1) искусственный мутагенез
- 2) получение чистых линий
- 3) отдаленная гибридизация
- 4) получение полиплоидных форм

A14. Какое из приведенных ниже утверждений можно отнести к взглядам Ламарка на эволюцию?

- 1) Виды не изменяются в течение длительного исторического периода.
- 2) Важнейшими факторами эволюции являются географическая и репродуктивная изоляция.
- 3) Приспособления животных к условиям среды возникают в результате мелких наследственных изменений, передающихся потомкам и сохраняемых естественным отбором.
- 4) Основная движущая сила эволюции — стремление организмов к совершенству.

A15. Авторами теории эволюции справедливо считаются Ч. Дарвин и:

- 1) Ч. Лайель
- 2) А. Вейсман
- 3) А. Уоллес
- 4) Т. Гексли

A16. Теория Дарвина:

- 1) отвергает биологическую целесообразность приспособлений
- 2) признает абсолютную биологическую целесообразность
- 3) признает относительную биологическую целесообразность
- 4) отстаивает наследование приобретенных признаков

A17. Популяция будет эволюционировать, если:

- 1) ее численность будет постоянной
- 2) будут происходить прямые и обратные мутации генов
- 3) не будет мутационного процесса
- 4) нет возможностей для свободного скрещивания

A18. Хромосомы растений состоят из:

- 1) белка
- 2) ДНК
- 3) РНК
- 4) белка и ДНК

A19. Ограничивающим фактором для распространения бурых водорослей на океанических глубинах является:

- 1) содержание кислорода
- 2) содержание углекислого газа
- 3) освещенность
- 4) температура воды

A20. Консументом в лесной экосистеме является:

- 1) заяц
- 2) гриб
- 3) бактерия
- 4) ель

A21. При неблагоприятных условиях бактерии образуют:

- 1) гаметы
- 2) споры
- 3) цисты
- 4) все указанные формы

A22. Для приготовления антибиотиков в промышленности используют:

- 1) дрожжи
- 2) плесень
- 3) грибы-трутовики
- 4) шляпочные грибы

A23. Среди перечисленных ниже наиболее крупной систематической единицей в царстве растений является:

- 1) род
- 2) вид
- 3) семейство
- 4) отдел

A24. Гормон, содержащий йод, вырабатывает:

- 1) поджелудочная железа
- 2) надпочечники
- 3) гипофиз
- 4) щитовидная железа

A25. К спинно-мозговым рефлексам щенка спаниеля относятся:

- 1) охрана потомства
- 2) мочеиспускание
- 3) строительство нор
- 4) пробуждение в определенное время

A26. Какое из названных приспособлений к условиям жизни оказалось для расцвета насекомых наиболее существенным:

- 1) развитие с неполным превращением
- 2) способность жить на суше
- 3) холоднокровность
- 4) половое размножение

A27. Живые системы считаются открытыми, потому что они:

- 1) построены из тех же химических элементов, что и неживые системы
- 2) обмениваются веществом, энергией и информацией с внешней средой

- 3) обладают способностью к адаптациям
- 4) способны размножаться

A28. Передача возбуждения по нерву или мышце объясняется:

- 1) разностью концентраций ионов натрия и калия внутри и вне клетки
- 2) разрывом водородных связей между молекулами воды
- 3) изменением концентрации водородных ионов
- 4) теплопроводностью воды

A29. Основным источником энергии для новорожденных млекопитающих является:

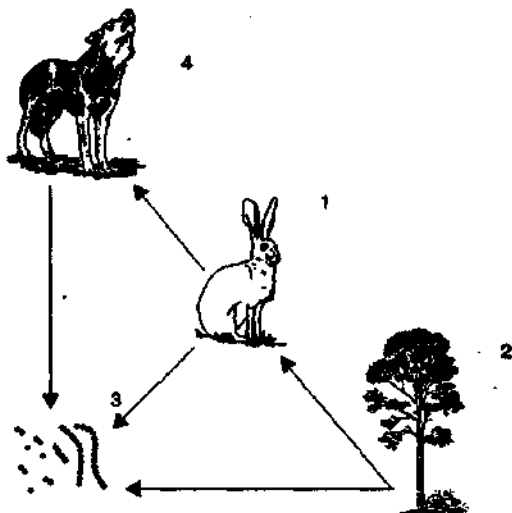
- | | |
|------------|-------------|
| 1) глюкоза | 3) гликоген |
| 2) крахмал | 4) лактоза |

A30. В результате митозов образуются:

- | | |
|------------------|---------------|
| 1) сперматозоиды | 3) споры мха |
| 2) бластула | 4) яйцеклетки |

A31. Цифрой «3» на схеме обозначены:

- | | |
|---------------|-------------------------------|
| 1) редуценты | 3) консументы второго порядка |
| 2) продуценты | 4) консументы первого порядка |



А32. При трансплантации органов и тканей реакция отторжения вызывается действием:

- 1) транспортных белков
- 2) ферментов
- 3) иммуноглобулинов
- 4) строительных белков

А33. К абиотическим факторам среды относятся:

- 1) растения, животные, грибы, бактерии
- 2) растения, минералы, грибы
- 3) температура воды, характер грунта, атмосферное давление
- 4) микроорганизмы, влажность, соленость воды

А34. Клетка дышит:

- 1) хлоропластами
- 2) митохондриями
- 3) ядром
- 4) мембраной

А35. Количество аллелей, которыми представлен ген в соматической клетке, равно:

- 1) двум
- 2) одному
- 3) четырем
- 4) восьми

А36. Гомологичные органы:

- 1) сходны по функциям и различны по происхождению
- 2) различны по функциям, но имеют общее происхождение
- 3) сходны и по функциям, и по происхождению
- 4) различны и по функциям, и по происхождению

А37. Один триплет ДНК несет информацию о:

- 1) последовательности аминокислот в молекуле белка

- 2) признаке организма
- 3) аминокислоте в молекуле синтезируемого белка
- 4) составе молекулы РНК

Часть 2

Ответы к заданиям этой части запишите в бланке ответов № 1 справа от номера задания В1–В7. Каждую букву пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными образцами.

В заданиях В1–В3 выберите несколько ответов из шести. Запишите выбранные буквы в алфавитном порядке сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов.

В1. Выберите признаки, характерные для типа кишечнополостных.

- А) Развиваются из трех зародышевых листков
- Б) Размножаются почкованием и половым путем
- В) Есть стрекательные клетки
- Г) Органы дыхания — трахеи
- Д) Встречаются в морях и пресных водах
- Е) Нервная система представлена брюшной нервной цепочкой

В2. Выберите признаки, соответствующие особенностям белкового обмена в организме человека.

- А) Расщепление молекулы белка до аминокислот происходит в клетках
- Б) Расщепление молекулы белка до аминокислот происходит в пищеварительном тракте
- В) Конечными продуктами распада являются углекислый газ, вода, мочевины и другие вещества

Г) Конечными продуктами распада являются глюкоза, жирные кислоты

Д) Суточная потребность составляет 100–150 г

Е) Суточная потребность в белках — 400–600 г

В3. Из приведенного списка выберите железы только внутренней секреции.

А) Гипофиз

Б) Слезные железы

В) Щитовидная железа

Г) Слюнные железы

Д) Надпочечники

Е) Половые железы

При выполнении заданий В4–В6 установите соответствие между содержанием первого и второго столбцов. Впишите в таблицу буквы выбранных ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов.

В4. Установите соответствие между функциями клеточных органоидов и их названиями.

Функции органоидов	Органоиды
1) Участие в синтезе белков	А) Гранулярная ЭПС
2) Разделение цитоплазмы на отделы	Б) Аппарат Гольджи
3) Накопление органических веществ	
4) Синтез полисахаридов	
5) Образование лизосом	
6) Транспорт веществ внутри клетки	

1	2	3	4	5	6

При выполнении заданий В5–В6 установите соответствие между содержанием первого и второго столбцов. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите в таблицу буквы выбранных ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов № 1 (без пропусков и знаков препинания).

В5. Установите соответствие между органоидами клетки и их функциями.

Особенности строения и функции органоидов клетки и ее структур	Название органоидов клетки и ее структур
1) Расположены на гранулярной ЭПС 2) Синтез белка 3) Фотосинтез 4) Состоят из двух субъединиц 5) Состоят из гран с тилакоидами 6) Образуют полисому	А) Рибосомы Б) Хлоропласты

1	2	3	4	5	6

В6. Установите соответствие между представителями растительного царства и их особенностями.

Особенности	Представители
1) В почве закрепляется ризоидами 2) В цикле развития преобладает спорофит (бесполое поколение)	А) Мхи Б) Папоротники

3) Споры образуются в коробочках	
4) Споры образуются в спорангиях, на нижней стороне листьев	
5) Из споры развивается заросток	
6) Из споры развивается зеленая нить	

1	2	3	4	5	6

При выполнении задания В7 установите последовательность биологических процессов, явлений, практических действий. Запишите в таблицу буквы выбранных ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов.

В7. Укажите, в какой последовательности происходит передача нервного импульса по дуге условного слюноотделительного рефлекса у человека на звонок.

- А) Слуховой центр коры мозга
- Б) Чувствительный нейрон
- В) Рецепторы слуха
- Г) Вставочный нейрон
- Д) Центр слюноотделения
- Е) Слюнные железы

1	2	3	4	5	6

Для ответов на задания этой части (С1–С6) используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), затем на задание С1 дайте краткий ответ из одного-двух предложений, а на задания С2–С6 — полный развернутый ответ.

- С1.** Чем объясняется высокая температура кипения воды?
- С2.** Из каких противоположных процессов состоит обмен веществ в организме?
- С3.** В чем отличие развития животных с полным превращением от развития с неполным превращением? Приведите примеры.
- С4.** В чем заключаются основные различия между теориями Ж.Б. Ламарка и Ч. Дарвина?
- С5.** Как вырабатываются условные рефлексы?
- С6.** Скрещивались две морские свинки: черная с гладкой шерстью (*BBcc*) и белая с волнистой шерстью (*bbCc*). Определите генотипы и фенотипы потомства.

ОТВЕТЫ К ТРЕНИРОВОЧНОМУ ВАРИАНТУ ЕГЭ

Задания А1-А37

А1	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А8	А9	А10	А11	А12	А13
3	1	3	2	3	3	4	3	3	2	1	2	3

А14	А15	А16	А17	А18	А19	А20	А21	А22	А23	А24
4	3	3	2	4	3	1	2	2	4	4

А25	А26	А27	А28	А29	А30	А31	А32	А33	А34	А35	А36	А37
2	2	2	1	4	2	1	3	3	2	1	2	3

Задания В1-В7

В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7
ВВД	ВВД	АВД	ААБВВА	ААВАВА	АВАВВА	ВВАГДЕ

Задания С1-С6

С1. Постепенностью разрыва водородных связей.

С2. Из ассимиляции и диссимиляции.

С3. При развитии с полным превращением насекомые проходят стадию куколки. При неполном превращении такой стадии нет. Примеры развития с полным превращением: бабочки, жуки; с неполным — саранча, клопы, стрекозы. С метаморфозом развиваются также бесхвостые амфибии и другие животные.

С4. Ж. Б. Ламарк считал, что приобретенные признаки наследуются, что наследуемые изменения всегда полезны, а влияние внешней среды, вызывающее это изменение, всегда положительно. Эволюционное учение Дарвина опровергло эти положения теории Ламарка. Приобретенные в

течение жизни признаки не наследуются, наследственными могут быть как полезные, так и вредные и безразличные мутации, а влияние внешней среды на организмы может быть как положительным, так и отрицательным.

С5. Условные рефлексы вырабатываются на основе безусловных. Безусловный раздражитель, например пища, должен предшествовать условному раздражителю, например звонку. После нескольких предъявлений условного раздражителя, а затем сразу – безусловного (сначала звонок, потом еда) вырабатывается условный рефлекс на звонок. Звонит звонок, выделяется слюна и желудочный сок. В коре головного мозга образуется временная связь между слуховым центром и центром слюноотделения.

С6. Родители $BVcc \times bbCc$

Гаметы Vc и bC , bc

F_1 $BbCc$, $Vbcc$

Фенотип 50% черных с волнистой шерстью и 50% черных с гладкой шерстью.

Учебное издание

Лернер Георгий Исаакович

**ЕГЭ
2009**

**БИОЛОГИЯ
РЕПЕТИТОР**

Директор редакции *И. Федосова*
Ответственный редактор *А. Жилинская*
Художественный редактор *Е. Брынчик*
Дизайн обложки *Е. Брынчик*
Технический редактор *О. Куликова*
Компьютерная верстка *С. Кладов*
Корректор *И. Федорова*

ООО «Издательство «Эксмо»

127299, Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18/5. Тел. 411-68-86, 956-39-21
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Подписано в печать 10.12.2008.
Формат 60х90^{1/16}. Гарнитура «Школьная». Печать офсетная.
Бум. тип. Усл. печ. л. 20,0. Уч.-изд. л. 16,0.
Доп. тираж 7000 экз. Заказ № 1288.

Отпечатано в ГП ПО «Псковская областная типография».
180004, г. Псков, ул. Ротная, 34.